

T H E S E S

présentées

A LA FACULTE DES SCIENCES

DE L'UNIVERSITE DE LYON

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES SCIENCES NATURELLES

par

Michel MOULLADE

Attaché de Recherche au C. N. R. S.

1ere T H E S E

ETUDE STRATIGRAPHIQUE ET MICROPALÉONTOLOGIQUE

DU

CRETACE INFÉRIEUR DE LA "FOSSE VOCONTIENNE"

2eme T H E S E

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTE

Soutenues le 7 Octobre 1966

devant la Commission d'examen

JURY : MM. Les Professeurs

J. FLANDRIN

Président

L. DAVID

Examineurs

P. GEVIN

J. CUVILLIER

Invité

T H E S E S

présentées

A LA FACULTE DES SCIENCES

DE L'UNIVERSITE DE LYON

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES SCIENCES NATURELLES

par

Michel MOULLADE

Attaché de Recherche au C. N. R. S.

1ere T H E S E

ETUDE STRATIGRAPHIQUE ET MICROPALÉONTOLOGIQUE

DU

CRETACE INFÉRIEUR DE LA "FOSSE VOCONTIENNE"

2eme T H E S E

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTE

Soutenues le 7 Octobre 1966

devant la Commission d'examen

JURY : MM. Les Professeurs

J. FLANDRIN

Président

L. DAVID

Examineurs

P. GEVIN

J. CUVILLIER

Invité



Doyens honoraires

MM. LONGCHAMBON, MOUSSA, GAUTHIER Henri.

Professeurs honoraires

MM. de LARAMBERGUE, SOLLAUD, MENTZER, MOUSSA, JAFFARD, EYRAUD Henri, DEJARDIN, VIRET.

Doyen

M. BRACONNIER

Assesseurs

MM. MESNARD
BOIDIN

Professeurs

MM. LONGCHAMBON
PRETTRE
COURTY
KUHNER
MALECOT
PARIS
AUMERAS
COLONGE
JANIN
FLANDRIN
BERNARD
DUFAY Jean
NIGON
GAUTHIER Henri
WAUTIER
CHOPIN
CUEILLERON
BRACONNIER
YERAUD Charles
SARAZIN
BOIDIN
PERES
MESNARD
GRANDMONTAGNE
BOUTILLIER
LAFOUCRIERE
DREUX
TEICHNER
PAVANS DE CECCATTY
MERLIN
DUFAY Maurice
PHILBERT
COHEN-ADAD
DAVID Louis
CHANEL
MAURY
DEPRAZ

Minéralogie
Chimie industrielle
Chimie - Physique
Botanique
Mécanique rationnelle et appliquée
Chimie minérale
Chimie générale II
Chimie organique
Physique générale
Géologie appliquée
Physique industrielle
Astronomie
Zoologie expérimentale
Géologie générale
Zoologie
Chimie biologique
Chimie
Calcul différentiel et intégral
Chimie - Physique appliquée
Physique nucléaire
Microbiologie et Mycologie
Physiologie
Electronique
Physique
Minéralogie
Physique nucléaire théorique
Chimie organique
Chimie industrielle
Zoologie
Chimie analytique
Physique de l'Atmosphère
Physique nucléaire
Chimie
Géologie générale
Psychophysiologie
Méthodes Mathématiques de la Physique
Physique nucléaire

GAUTHIER Jean
GAUME
UZAN
LEGAY

Chimie
Physique expérimentale
Physique S. P. C. N.
Biologie animale

Professeurs sans chaire

MM. FERON
LAFORGUE
CHENEVOY
GINET
ASCH
MICHEL Pierre
Mle MAITROT
GEVIN
PONASSE
d'INCAN
LEFEBVRE
PERNET
CHERY
BERGEON
Mle GAUTHERON
DESCOTES
ERBEIA
Mme ERICSON
LEMOIGNE

Mathématiques
Physique
Géologie appliquée
Zoologie
Physique
Minéralogie
Physique
Géologie générale
Mathématiques
Physique C. S. U.
Mathématiques
Mathématiques
Physique
Physique C. S. U.
Chimie biologique
Chimie organique
Physique
Physique générale
Botanique

Maîtres de Conférences

MM. MARTEL
MATHIEU
PICARD Philippe
DEMARCO
MICHEL Georges
LEBRETON
DAVID Jean
TOUSSET
FEUVRAIS
SCHMITT
LAURENT
ROT
BETHOUX
Mle CALAIS
GUSAKOW
Mle THOMAS
COLOBERT
AUBIN
BUCHWALTER
BOUZON
COSNIER
Mle LAMOURE
PORTHAULT
VALLET

Mécanique
Mécanique des Fluides
Mathématiques
Géologie générale
Biochimie
Biologie végétale
Biologie animale
Chimie propédeutique
Physique Electricité
Physique C. P. E. M.
Chimie organique
Mathématiques
Mathématiques T. M. P.
Mathématiques
Physique
Chimie minérale
Physiologie
Analyse numérique
Mathématiques
Mathématiques C. S. U.
Psychophysiologie
Biologie végétale
Chimie C. S. U.
Chimie macromoléculaire

Maître de Conférences adjoint

M. PIERRON

Chimie

Conseiller administratif

M. BURNET

Secrétaire Principal honoraire

M. ROUX



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553427_0018

AVANT-PROPOS

Le choix définitif du thème de recherche traité dans le présent mémoire fut, à l'origine, quelque peu accidentel et, en fait, la conséquence d'une position de repli dictée par les circonstances. Quand vint à s'achever, au début de l'année 1961, la monographie régionale, restreinte à un petit secteur de la fosse vocontienne et faisant largement appel aux techniques micropaléontologiques, que j'avais entreprise dans le cadre d'une thèse de Doctorat de 3ème cycle, le sujet de ma future thèse de Doctorat d'Etat était déjà défini.

Ce sujet devait consister en une étude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé et de l'Eocène de la région d'Isfahan (Iran). Comme je ne pus bénéficier en temps voulu des appuis financiers nécessaires, il me fallut abandonner ce projet, et c'est d'un commun accord que mes deux Maîtres, M. le Professeur J. CUVILLIER, de l'Université de Paris, et M. le Professeur J. FLANDRIN, de l'Université de Lyon, décidèrent d'infléchir mes futures recherches en une étude stratigraphique du Crétacé inférieur de la "fosse vocontienne".

A condition de faire porter l'accent essentiel sur ce que pouvaient apporter de neuf les techniques micropaléontologiques, d'application relativement récente - surtout en ces régions - par rapport aux méthodes classiques, mon nouveau sujet n'était pas dépourvu d'intérêt. Bien sûr dans mon juvénile enthousiasme j'avais rêvé de grandes découvertes, de recherches passionnantes dans un pays inexploré, où tout était à faire, et j'étais quand même un peu déçu de voir mon rêve se transformer en une banale extension régionale de l'étude que je venais de terminer. Je craignais également qu'il fut vain de penser aboutir à des résultats originaux en entreprenant des recherches sur une contrée qui semblait, après les remarquables travaux de KILIAN, PAQUIER, JACOB....., avoir livré tous ses secrets.

Parvenu au terme de ce travail, je constate maintenant qu'en réalité mes craintes étaient quelque peu excessives. Certes, comme l'on pouvait s'y attendre, la connaissance que nous avons du Crétacé inférieur vocontien ne sera pas remise en question par de nouvelles découvertes fondamentales; tout au plus certains ajustements de détail pourront-ils s'imposer çà et là, par suite de la précision plus grande qu'apportent parfois les techniques modernes. Mais justement, du fait qu'elle constituait une région classique, sans problèmes et inconnues majeurs, où l'essentiel avait été vu et fort bien analysé par les anciens auteurs, la fosse vocon-

tienne s'est révélée comme un excellent domaine d'expérience pour l'enrichissement et le perfectionnement des connaissances et des méthodes de micropaléontologie stratigraphique.

Je sais donc gré à M. le Professeur FLANDRIN de m'avoir ainsi permis, en acceptant de diriger mes recherches et en m'accueillant dans son laboratoire, de faire progresser une discipline qui me tient à coeur. Les encouragements qu'il m'a sans cesse prodigués m'ont aidé à persévérer et à mieux surmonter l'épreuve des inévitables moments difficiles. Pour abréger quelque peu les lourdes tâches matérielles dont est grevé le genre de recherches auquel je m'adonnais, il m'a admis à bénéficier, dès que cela fut possible, de l'assistance des techniciens attachés à son service. Libéré de telles servitudes, j'ai ainsi pu disposer en un moindre temps d'un plus grand nombre d'informations scientifiques.

Allant plus loin dans la participation à mes efforts, et non content de me faire profiter de sa très grande connaissance des régions vocontiennes en me signalant les coupes stratigraphiques favorables et intéressantes, il a mis à mon entière disposition les matériaux de coupes qu'il avait personnellement levées lors de ses campagnes cartographiques sur les feuilles à 1/50 000 Séderon et Serres.

Ayant toujours suivi pas à pas la progression de mes travaux, malgré les multiples et absorbantes occupations imposées par ses fonctions, il a tenu à en revoir lui-même le fruit, relisant, corrigeant régulièrement les manuscrits de notes et d'articles. Dépassant le rôle d'information d'un Président de Jury de Thèse, il a ainsi tout naturellement et efficacement appliqué la même censure vigilante et amicale au présent et quelque peu rébarbatif mémoire.

Je veux associer dans ma gratitude M. le Professeur CUVILLIER, qui m'initia à la Micropaléontologie et me donna le goût de la recherche en cette discipline. L'éloignement géographique n'a jamais empêché qu'il se tint au courant de la continuation de mes travaux. Tout autant que pour incarner la Micropaléontologie, je sais que c'est aussi au nom de l'amitié qu'il n'a cessé de porter à son ancien et infidèle élève qu'il a accepté d'être présent, à titre de membre-invité, dans le jury de ma thèse, et je lui en sais infiniment gré.

Je tiens également à remercier MM. les Professeurs L. DAVID et P. GEVIN, de l'Université de Lyon, pour avoir très aimablement consenti à relire mon manuscrit, en me faisant bénéficier de leurs remarques et de leurs conseils judicieux, ainsi que pour m'avoir honoré de leur participation à mon jury.

Je sais gré en outre à M. GEVIN, responsable du Service photographique du Département des Sciences de la Terre, d'avoir toujours efficacement facilité les problèmes matériels posés par la confection de mes illustrations, et à M. DAVID, responsable de l'édition des "Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon", pour avoir généreusement résolu le problème de l'impression en faisant accueillir mon mémoire dans le cycle de cette publication.

La liste est encore longue de tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce travail. S'il n'est signé que d'un seul nom, il est en réalité le fruit de multiples collaborations partielles, scientifiques ou techniques. Ainsi, grâce au Centre National de la

Recherche Scientifique, qui m'accueillit dès 1959 dans le cadre de ses chercheurs, j'ai pu, exempt de toute contrainte matérielle, consacrer mon entière activité à la Recherche fondamentale. Cet organisme m'a en outre permis de mener à bien cinq longues campagnes sur le terrain, et de confier à des techniciens qualifiés nombre de tâches de Laboratoire impliquées par les études de micropaléontologie stratigraphique.

Je voudrais également citer tous ceux qui ont sacrifié une part précieuse de leur temps et apporté leur inestimable compétence dans la détermination des Ammonites que j'ai recueillies, me fournissant en outre de multiples renseignements d'ordre stratigraphique : M. le Général M. COLLIGNON, MM. M. BREISTROFFER, R. BUSNARDO, J.P. THIEULOUY, G. THOMEL. Certains, tels R. BUSNARDO et J.P. THIEULOUY, m'accompagnèrent même sur le terrain, et à leur contact je pus m'initier suffisamment à leurs techniques pour récolter par la suite mes fossiles avec plus de discernement et de profit.

Outre les "Ammonitologistes" je voudrais remercier les Micropaléontologistes qui ont eu l'occasion de suivre mon travail ou d'y être mêlés.

Par ses conseils et par ses remarques, sources de fructueux développements, M. J. SIGAL m'a fait bénéficier de sa grande expérience concernant les Foraminifères planctoniques et le Crétacé inférieur de faciès pélagique.

Avec mon confrère et ami B. PORTHAULT, grâce à qui je vécus l'expérience passionnante de pouvoir transmettre à mon tour le goût de la recherche micropaléontologique, ce furent, durant plusieurs années, de longues discussions, d'amicales controverses, animées et jamais infructueuses. Toutes nos études concernant le Vraconien et le Cénomanién basal, termes faisant la jonction stratigraphique entre nos deux sujets, furent menées en une étroite collaboration qui se matérialisa dès le stade des recherches sur le terrain.

Avec M^{lle} M. MALAPRIS, de l'Université de Dijon, ce furent d'enrichissants échanges de vues à propos des Foraminifères du genre Gavelinella, auxquels elle consacre son activité et qui sont assez bien représentés en fosse vocontienne. C'est pourquoi j'ai tenu à associer son nom au bref chapitre paléontologique qui concernera ces organismes.

Je veux enfin associer à mon travail les géologues et les micropaléontologistes du Centre de Recherches de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine, MM. G. COLO, J. FABER, H.J. OERTLI, Mmes J. AUBERT, C. BARUT, qui, en accord avec la Direction de la Société, mirent à ma disposition le matériel provenant de plusieurs coupes stratigraphiques importantes effectuées dans le périmètre de la Drôme occidentale, et me firent même bénéficier des résultats de leurs propres travaux.

Je m'excuse auprès de Mmes L. LAFONT, M.A. REYMOND, M^{lles} M.C. FOURNIER, M. DUSSAUT, MM. L. GOYET, M. BESSON, F. BERLANDI, G. PATRICOT, J. MICHEL, R. DUFOUR d'exprimer ainsi collectivement ma gratitude à leur égard pour leur collaboration technique; qu'ils sachent cependant qu'elle est immense, et que si leur tâche a souvent paru ingrate, elle m'a permis de consacrer au travail purement scientifique le temps ainsi précieusement épargné, concourant doublement en quelque sorte à hâter la réalisation de cet ouvrage.

Je viens clore la longue liste de tous ceux qui, en quelque manière, m'ont apporté leur aide, en citant ici ma femme à l'Ordre de la Micropaléontologie. Plus que tout autre en effet elle a partagé avec moi certes les joies mais aussi les exigences souveraines de la Science. Sans l'atmosphère permanente de confiance dont elle a su m'entourer, sans son soutien moral incessant, sans même parler du concours technique actif qu'elle m'apporta à tous les stades, le présent travail n'aurait pu que très difficilement, ou peut-être même jamais, être mené à bien.

INTRODUCTION

1) DELIMITATION STRATIGRAPHIQUE ET GEOGRAPHIQUE DU Sujet de l'ETUDE. RAPPEL HISTORIQUE SOMMAIRE.

Les limites et le contenu du présent travail, l'idée-force qui a dominé sa réalisation, étaient en quelque sorte déjà étroitement fixés dans le voeu que je formulais dès 1961 en guise de conclusion à ma thèse de 3^{ème} cycle, sans me douter alors qu'en fait je traçais le plan de mes futures recherches :

" Nous souhaitons que cet essai puisse servir de base à des analyses micropaléontologiques plus poussées, étendues à l'ensemble de la fosse vocontienne, et consacrées en particulier aux sédiments qui renferment de riches gisements d'Ammonites, dans le but d'intégrer intimement les données fournies par l'étude des Foraminifères..., au cadre des zones paléontologiques classiques. "

Pour cette extension il a cependant paru nécessaire, étant donné l'ampleur du sujet, de répartir la tâche entre plusieurs chercheurs, par un découpage de la colonne stratigraphique primitivement envisagée.

C'est ainsi que dès 1962 B. PORTHAULT a pris le relais en ce qui concerne le Céno-manién, le Turonien et le Sénonien inférieur. De même vers le bas il a fallu amputer le Crétacé inférieur de ses termes initiaux. En effet mon confrère LE HEGARAT consacre depuis plusieurs années ses recherches aux terrains berriasiens du Sud-Est de la France, et pour ne pas risquer de concurrencer ses travaux j'ai pris le parti de ne pas exposer ici les résultats de mes investigations, d'ailleurs bien décevants au point de vue micropaléontologique, concernant le Berriasien. S'il est en effet possible en ces niveaux de travailler assez finement à l'aide des données que fournissent les Ammonites, les associations de Foraminifères permettent tout juste de distinguer le Berriasien du Valanginien. Les microfaunes récoltées, le plus souvent réduites au maigre résidu d'un héritage jurassique, ne sont pas significatives : ainsi dans les régions vocontiennes, on ne peut vraiment effectuer de zonation valable qu'à partir du Valanginien supérieur.

Des directives précises ont conditionné la délimitation géographique de mon secteur d'étude. Il m'était en effet nécessaire de pouvoir lever des coupes en des séries continues, fossilifères, à sédimentation marneuse prédominante, en évitant autant que possible les variations de faciès trop marquées, toutes conditions requises par les études de micropaléontologie stratigraphique et que semblaient remplir les secteurs centraux de la fosse vocontienne. Mes recherches ont ainsi plus particulièrement porté sur une région limitée au Nord par les vallées de la Drôme et de la Chauranne, à l'Est par la vallée du Buech, au Sud par les vallées du Jabron et du Toulourenc et à l'Ouest approximativement selon un méridien passant par Crest et Dieulefit. Cette région, relevant des chaînes subalpines méridionales, s'étend sur une partie de chacun des trois départements de la Drôme, des Hautes-Alpes et des Basses-Alpes.

J'ai également utilisé des données complémentaires, souvent encore fragmentaires à l'heure actuelle, recueillies à l'occasion de recherches effectuées en équipe (avec la collaboration de R. BUSNARDO, S. GUILLAUME, J. SIGAL, J.P. THIEULOY et G. THOMEL) sous l'égide du Comité français de Stratigraphie, sur le Crétacé inférieur de la région de Barrême.

La dispersion géographique ainsi réalisée m'a paru suffisamment importante pour qu'il soit permis d'accorder une valeur plus générale à la synthèse des résultats, obtenus au départ coupe par coupe, tout en restant dans le cadre de faciès relativement homogènes et d'une histoire sédimentaire offrant un minimum de perturbations.

Les recherches bibliographiques préliminaires auxquelles je me livrais en amorçant mon étude me révélèrent que l'essentiel des connaissances en matière stratigraphique sur les terrains du Crétacé inférieur vocontien était acquis depuis longtemps déjà. Dès la fin du dix-neuvième siècle ou le début du vingtième les travaux fondamentaux, accompagnés souvent de nombreuses notes de détail, d'E. FALLOT, W. KILIAN, V. PAQUIER, Ch. JACOB, pour ne citer que les principaux, avaient abouti à la réalisation d'une synthèse fort satisfaisante. Sa valeur propre, renforcée sans doute par le dogmatisme dont certains de ses auteurs firent preuve pour l'énoncer, semble avoir paralysé ensuite à jamais toute grande entreprise de révision ou de mise à jour.

Les recherches systématiques n'ont en fait repris que durant la dernière décade, par le biais d'études de concessions effectuées par des sociétés de recherches pétrolières (C.O.P. E.F.A., S.N.P.A.), ou de nombreuses petites monographies, réalisées dans le cadre de Diplômes d'Etudes Supérieures par les élèves de l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole sous la direction de J. FLANDRIN; découvertes et résultats sont restés, pour la plupart, secrets ou inédits.

Par contre, au point de vue micropaléontologique et microstratigraphique, les toutes premières recherches dans cette région ne démarrèrent qu'assez récemment; inaugurées en quelque sorte par une brève note de S. FRANCOIS et J. SIGAL (1958), elles prirent corps avec l'étude que je consacrai en 1961 au secteur inscrit dans les limites de la feuille à 1/20 000 Nyons n° 3 (Doctorat de 3ème cycle), dont les principaux résultats furent intégrés à une note publiée en 1962 avec la collaboration de J. FLANDRIN et B. PORTHAULT.

En 1963 le Colloque de Stratigraphie sur le Crétacé inférieur en France voit l'apport de quelques contributions intéressant les régions vocontiennes ou assimilées, la plus importante étant représentée par la mise au point de R. BUSNARDO, avec la collaboration de S. GUILLAUME et de J. SIGAL pour l'étude des Foraminifères, sur le Barrémien stratotypique.

2) LA FOSSE VOCONTIENNE, REGION PRIVILEGIEE POUR LES RECHERCHES DE BIOSTRATIGRAPHIE MICROPALÉONTOLOGIQUE.

Donc, autrefois région-clé pour les recherches biostratigraphiques classiques, la fosse vocontienne fut ensuite presque complètement délaissée à ce point de vue et, paradoxalement, elle ne fut même pas dès l'abord concernée par l'impulsion que finirent par connaître en France les études micropaléontologiques.

L'opinion semble en effet avoir prévalu que dans les régions où la stratigraphie était déjà bien établie grâce aux Ammonites, il n'était vraiment pas nécessaire de faire appel aux Foraminifères. Ces derniers ne furent ainsi primitivement recherchés et étudiés de manière systématique qu'en l'absence de macrofaunes, d'où la faveur et l'essor de la Micropaléontologie dans la recherche pétrolière en général, ou pour débrouiller la stratigraphie et la tectonique de pays comme la Suisse, par exemple.

Un tel postulat comportait cependant de graves dangers. On utilisa ainsi directement les Foraminifères, sans le contrôle d'un étalonnage préalable au moyen d'organismes à la valeur chronostratigraphique déjà reconnue, et, qui plus est, généralement en des faciès épiconcontinentaux et néritiques (ex. : Aquitaine), habitat préférentiel ou exclusif de formes spécialisées à la signification stratigraphique imprécise et variable.

Au contraire, la démarche logique aurait été d'abord de sélectionner et d'étalonner les Foraminifères dans les régions où les séries étaient déjà bien connues et les faciès favorables, pour appliquer ensuite les données positives ainsi obtenues aux régions plus défavorisées.

Dans cette optique la fosse vocontienne constituait un terrain d'exercice fort approprié. Le cadre stratigraphique local depuis longtemps déjà parfaitement défini et la richesse relative en Ammonites autorisaient un contrôle permanent. Les conditions générales d'affleurement, l'existence de vastes secteurs peu affectés par les complications tectoniques, garantissaient la possibilité d'effectuer aisément des prélèvements en des séries présentant un minimum de discontinuités et de bouleversements. Enfin, lors de mes précédentes recherches, j'avais pu juger favorablement de la fréquence de répartition des microfaunes et des possibilités qu'offraient déjà un certain nombre de leurs éléments pour le but poursuivi.

3) PLAN DE L'OUVRAGE.

Le découpage et l'enchaînement des différents chapitres de cet ouvrage ne sont que le reflet des diverses étapes jalonnant le cheminement de cette recherche biostratigraphique particulière. C'est ainsi qu'une première partie, importante, sera consacrée à la définition aussi exacte que possible du matériel de base, en d'autres termes à la description systématique des principaux Foraminifères recueillis et, surtout, utilisés.

Dans une seconde partie il sera procédé, en montant progressivement dans la série stratigraphique, à l'inventaire lithologique et faunistique des coupes de terrains sélectionnées comme les plus significatives. Les données fournies par ces coupes seront ensuite dégagées en un schéma plus général de zonation, valable à l'échelle de toute la fosse, dans lequel seront parallélisées les coupures classiques fondées sur les Ammonites et celles qu'il aura été possible de définir grâce aux Foraminifères.

Enfin il ne restera plus qu'à mettre à l'épreuve l'outil nouvellement forgé en l'utilisant pour tenter de résoudre certains problèmes particuliers, stratigraphiques, paléogéographiques, tectoniques...., choisis également en fosse vocontienne, à titre d'exemples d'application. L'on pourra ainsi juger sur pièces de la valeur mais aussi des limites de la méthode.

Première partie

P A L E O N T O L O G I E S Y S T E M A T I Q U E

1) TECHNIQUES D'ETUDE.

Avant d'entreprendre l'étude systématique détaillée des organismes qui serviront à établir les échelles microstratigraphiques, il me paraît nécessaire de donner quelques aperçus méthodologiques et d'attirer l'attention du lecteur sur l'esprit dans lequel a été rédigé ce chapitre.

Dans le cas particulier de mes recherches présentes, il s'est avéré que les informations micropaléontologiques les plus rentables ont toujours été obtenues à partir des échantillons dont on pouvait extraire la microfaune par lavage. L'étude en lames minces des microfaciès n'en a pas été négligée pour autant, bien qu'elle ne présente d'intérêt, à ce point de vue, que dans certaines circonstances : ainsi au Néocomien basal pour la détermination des Tintinnoidiens, ou au Barrémo-Bédoulien, en faciès organo-détritique, pour les renseignements immédiatement utilisables relatifs à la structure interne des Orbitolinidae, et même, avec prudence, à leurs mensurations, toutes données qui permettent leur identification.

D'autre part, en dehors de toute préoccupation chronostratigraphique, il ne faut pas perdre de vue que l'utilité première des microfaciès réside dans l'appréhension simultanée des composantes lithologique et biologique d'un milieu de sédimentation, ainsi que de leurs relations.

Il n'en reste pas moins que la nécessité d'obtenir le plus souvent possible des microfaunes dégagées du sédiment m'a conduit à donner beaucoup d'attention aux méthodes d'extraction et même, en étroite association d'ailleurs avec mes collègues G. CARBONNEL et B. PORTHAULT, à tenter de les améliorer.

Après un certain nombre d'insuccès dûs à l'emploi de la méthode de l'acétolyse, nous avons retenu un autre procédé qui fait intervenir des chocs thermiques répétés, à l'aide d'un agent réfrigérant puissant tel que l'azote liquide, sur l'échantillon soumis au préalable à une imbibition lente et prolongée dans une solution mouillante (telle qu'une solution aqueuse de Bradisol dilué). La mise au point définitive fut réalisée à la suite des premiers essais et recherches de G. CARBONNEL et de J.P. RENOUFF.

Cette méthode s'est souvent révélée efficace pour des échantillons très indurés tels que les calcaires organo-détritiques à Orbitolinidés. J'ai en effet réussi par ce procédé à désagréger un calcaire très grossier et bien cimenté du Barrémien inférieur de la coupe de Crupies (cluse du Roubion) (Drôme) et à en extraire des Palaeodictyoconus cuvillieri parfaitement conservés et mesurables.

En ce qui concerne les sédiments meubles qu'il est habituellement donné de prélever dans les régions vocontiennes (mamo-calcaires, mames, mames plus ou moins finement sableuses), les traitements courants (eau oxygénée, citrate de soude ...) que je leur appliquai tout d'abord n'amélioreraient leur désagrégation qu'en de faibles proportions. Fort heureusement les essais auxquels nous procédâmes, B. PORTHAULT et moi, nous conduisirent, par la com-

binaison de plusieurs méthodes, à des résultats excellents, valorisant de manière inestimable, à la fois qualitativement et quantitativement, nos recherches micropaléontologiques.

La première méthode, due à un chercheur soviétique (N.V. AVERBURG), semblait, à en juger par le retentissement auprès de nos collègues français et étrangers des écrits que nous lui avons consacrés, avoir complètement échappé à l'attention des chercheurs intéressés. Les premières tentatives que nous fîmes afin d'en vérifier l'efficacité se révélèrent très concluantes et il fut rapidement possible de traiter ainsi nos échantillons selon un rythme quasi-industriel.

Le processus opératoire est très simple. Il suffit d'immerger l'échantillon durant une demi-heure dans une solution à 10 % d'hyposulfite de sodium, et d'ajouter ensuite de l'eau oxygénée à 130 volumes, en quantité modérée de manière à obtenir une réaction d'attaque ménagée, pouvant s'étaler sur plusieurs heures. Les opérations de lavage s'effectuent ensuite selon les procédés habituels. Pour mes échantillons elles ont été réalisées à l'aide d'une colonne de 4 tamis à mailles respectivement décroissantes de 1,91 mm, 0,43 mm, 0,187 mm et 0,103 mm.

Les résidus de lavage, ainsi tamisés et séchés, n'ont pas été ensuite immédiatement triés sous la loupe binoculaire. En effet la méthode d'AVERBURG permet surtout une désagrégation beaucoup plus intense de l'échantillon, donc une meilleure récupération des organismes pour une même prise initiale; mais si elle nettoie assez correctement ces derniers des impuretés grossières, elle n'a pas une action assez fine pour venir à bout des ultimes résidus de la gangue qui demeurent incrustés dans les anfractuosités et masquent les détails ornementaux.

Il est très important de pouvoir les éliminer car ils oblitèrent des caractéristiques d'un rang parfois très élevé dans la hiérarchie taxinomique (ouverture principale, ouvertures supplémentaires et dispositifs aperturaux adjacents, structures ombilicales, etc ...); rien qu'en empâtant les sutures des loges et les caractéristiques d'ornementation ils peuvent dénaturer l'aspect d'un Foraminifère au point d'en fausser la détermination spécifique.

C'est pourquoi nous avons pensé à utiliser conjointement avec la méthode d'AVERBURG les techniques qui font intervenir les traitements par les mouillants cationiques. Je ne reprendrai pas ici le détail opératoire, qui a été déjà longuement exposé par maints auteurs (VERNORY, 1957; KLAUS, 1959; CARBONNEL, MOULLADE, PORTHAULT, 1965). J'insisterai seulement sur une petite découverte fortuite mais intéressante, à savoir que le traitement préalable d'un échantillon selon la technique d'AVERBURG améliore notablement le rendement intrinsèque de la méthode des mouillants.

La synergie entre ces deux procédés permet ainsi de gagner sur deux tableaux. Non seulement les microfaunes obtenues sont parfaitement propres, mais en plus leur concentration finale, à volume égal d'échantillon, est beaucoup plus forte : la majeure partie de la fraction argileuse initiale du sédiment a été éliminée soit mécaniquement par la première technique, soit physiquement au moyen de la seconde. Les fastidieuses opérations de tri sous la loupe binoculaire sont ainsi notablement réduites en durée et d'un rendement accru.

Il me faut également m'attarder quelque peu sur les techniques photographiques employées, non qu'elles soient vraiment originales, mais comme elles représentent une transposi-

tion pour les Foraminifères de la méthode utilisée et exposée par H.J. OERTLI (1) pour les Ostracodes (in Faunes d'Ostracodes du Mésozoïque de France, 1963), il me semble utile de transcrire ici les quelques légères modifications que j'ai dû leur apporter pour les adapter à des organismes encore plus délicats à photographier.

Tout comme OERTLI j'ai utilisé la chambre photographique ZEISS 9 x 12 cm à soufflet, adaptée à un statif microscopique ZEISS équipé d'objectifs Luminar à diaphragme iris incorporé, et possédant un système de cellule photo-électrique avec posemètre. Les focales les plus couramment employées ont été celles de 16 et de 25 mm, beaucoup plus rarement de 40 mm. Les plan-films type LM de la marque AGFA, traités pour leur développement avec le révélateur VARITOL normal assez fortement dilué, constituèrent le matériel sensible.

Les problèmes les plus délicats furent posés par l'éclairage. Après de multiples tâtonnements et réglages, j'obtins les meilleurs résultats avec deux lampes NACHET de 6 volts, disposées de part et d'autre de la préparation et formant entre elles un angle de 150° environ. La lampe de gauche était réglée à 4,5 volts, avec un faisceau lumineux focalisé et presque rasant, la lampe de droite à 7,5 volts, le faisceau n'étant pas focalisé et l'incidence (par rapport à la normale au plan de la préparation) étant de 40° environ.

Avec un tel dispositif on peut sauvegarder le "rendu" des formes et des détails en creux ou en relief; souvent, surtout dans le cas d'organismes à forme discoïdale et fortement bombés, une troisième source d'éclairage semblait nécessaire, pour éviter la fusion locale du contour avec le fond noir du support de la préparation. Réalisé à l'aide d'une lampe, même à faible intensité, cet éclairage adjuvant avait l'inconvénient de beaucoup trop atténuer le modelé péniblement mis en valeur à l'aide du précédent dispositif.

Finalement un compromis fut trouvé en plaçant très près de la préparation et dans le plus important des deux angles morts, un petit rectangle de Bristol légèrement arqué, qui réfléchissait sur elle, d'une manière plus diffuse, une partie du flux émis directement par les deux lampes.

Les temps de pose s'échelonnaient, selon les préparations et les diaphragmes (les plus couramment employés allant de 6 à 12), d'une à plusieurs minutes. La très bonne profondeur de champ des objectifs Luminar ne rendait en effet souvent pas nécessaire de diaphragmer trop intensément. Elle a même permis de photographier en un seul cliché des préparations constituées de plusieurs organismes différents, sans autre difficulté que de disposer convenablement les exemplaires afin d'éviter qu'ils ne se masquent mutuellement par leurs ombres portées, très importantes du fait de la forte inclinaison adoptée pour les sources d'éclairage.

(1) que je tiens à remercier tout particulièrement pour les nombreux conseils qu'il nous a prodigués, à mon confrère CARBONNEL et à moi-même.

2) PALEONTOLOGIE STRATIGRAPHIQUE OU PALEONTOLOGIE SPECULATIVE ?

A la suite de ces indications d'ordre purement technique, et avant de commencer les descriptions systématiques, je voudrais conclure en disant quelques mots des préoccupations fondamentales qui ont présidé à la rédaction du chapitre paléontologique figurant dans le présent mémoire.

Comme je l'ai précisé dans l'introduction générale, la finalité de mon travail fut essentiellement l'établissement d'une biozonation parallélisée des Ammonites et des Foraminifères, en prenant comme base la fosse vocontienne, et, à l'aide de quelques exemples d'application, la mise à l'épreuve de l'instrument ainsi forgé pour tenter de justifier l'utilité et le bien-fondé de telles recherches.

Dans cet esprit, les descriptions paléontologiques qui vont suivre seront donc avant tout destinées à concourir à la meilleure définition possible des éléments premiers nécessaires à la mise sur pied de la zonation. Il est en effet extrêmement important, pour l'homochronie du repérage ultérieur par d'autres chercheurs des étages, sous-étages, zones ou sous-zones délimités (après étalonnage avec la macrofaune) par la répartition des Foraminifères, que l'on s'entende bien au préalable sur la délimitation exacte des microfossiles-guides.

Ceci explique tout d'abord que je réserverai dans mes descriptions une part prépondérante aux organismes microscopiques qui présentent une valeur certaine pour la datation, et m'appesantirai beaucoup moins sur les formes offrant une grande sensibilité à la nature du faciès, leur seul intérêt, non négligeable d'ailleurs, n'étant alors que de fournir des indications paléo-écologiques.

D'autre part il me faut avouer que dans cette revue des microfossiles du Crétacé inférieur vocontien, le but poursuivi m'a obligé à tenter un compromis entre le souci d'efficacité et les considérations plus purement spéculatives. J'espère que cet équilibre, parfois obtenu non sans sacrifices, ne me vaudra pas trop de reproches, à la fois de la part de mes collègues stratigraphes goûtant peu les longs développements philosophiques et de certains de mes collègues taxinomistes toujours effrayés par mon pragmatisme brutal.

J'aurais dû normalement suivre dans mon exposé la classification des Foraminifères la plus récente, soit celle que LOEBLICH et TAPPAN viennent d'édicter dans le *Traité de Paléontologie des Invertébrés* réalisé sous la direction de R.C. MOORE. Malheureusement, à l'usage, cette classification m'aurait amené parfois, ainsi que je le soulignerai en quelques cas précis d'application, à des regroupements à mon avis fort hétérogènes, tandis qu'en d'autres cas elle m'aurait conduit à séparer radicalement des formes qui présentent à l'évidence d'étroites affinités.

Partant donc d'une hiérarchisation personnelle des critères souvent différente, j'ai été amené à mettre sur pied, dans le cadre limité des seuls organismes qui seront considérés ici, une classification qui diverge parfois quelque peu de celle des auteurs américains. Je n'ai également pas cru devoir adopter leur subdivision de l'ordre des Foraminifères en plusieurs sous-ordres, pensant que ce procédé ne semble vraiment rien apporter de plus à la simple subdivision du groupe en superfamilles.

3) ETUDE SYSTEMATIQUE

Ordre FORAMINIFERIDA

Superfamille LITUOLACEA de BLAINVILLE, 1825

Famille LITUOLIDAE de BLAINVILLE, 1825

Sous-famille LITUOLINAE de BLAINVILLE, 1825

Genre HAPLOPHRAGMOIDES CUSHMAN, 1910

Haplophragmoides vocontianus n. sp.

pl. 1 fig. 1-2

non 1894 - Haplophragmium neocomianum, CHAPMAN, Bargate beds of Surrey, p. 695, pl. 24, fig. 2 a-b.

v 1962 - Haplophragmoides neocomianus (CHAPMAN); FLANDRIN, MOULLADE et PORTHault, Microfoss. Crét. inf. vocontien, p. 215, pl. 1 fig. 1-2, pl. 2 fig. 2.

Holotype : exemplaire de la pl. 1 fig. 1-2, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (50 020).

Paratypes : deux exemplaires non figurés (50 021 et 50 022).

Origine du nom : nombreux gisements en fosse vocontienne.

Localité-type : Sisteron (Basses-Alpes) : coupe de la vallée de la Durance (R.D. 4 de Sisteron à Volonne); x = 888,980; y = 216,760.

Niveau-type : Hauterivien.

Description :

Test libre, très finement agglutinant, planspiral évolutive (deux tours à deux tours et demi de l'enroulement sont visibles extérieurement), fortement comprimé bilatéralement. Contour subcirculaire, à peine lobé, faces latérales planes, sans dépression ombilicale ni ombilic marqués. Le dernier tour comporte 9 à 11 loges, généralement déprimées en leur partie centrale, à peine plus hautes que larges, d'accroissement très modéré à mesure qu'elles s'ajoutent. Sutures radiales et droites, très fines et légèrement déprimées. Suture spirale en forme d'étroit sillon, avec très léger recouvrement partiel de la portion périphérique de chaque loge du tour interne par le tour plus externe. Ouverture basale, représentée par une mince fente arquée.

Dimensions de l'holotype : diamètre 0,70 mm, épaisseur 0,075 mm.

Rapports et différences :

H. vocontianus n.sp. se distingue d'H. neocomianus CHAPMAN, forme dont elle se rapprocherait le plus, essentiellement par son enroulement nettement évolutive, l'espèce de CHAPMAN étant involute. Elle diffère également d'H. chapmani CRESPIER, 1944, par son test plus comprimé et non ombiliqué.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : .

Cette espèce est répandue, avec une fréquence modérée, dans l'Hauterivien. Elle apparaît en même temps que les premiers Criocères (C. nolani) et disparaît peu au-dessus de la zone à Subsainella sayni.

Remarques :

En 1962 (in FLANDRIN, MOULLADE & PORTHIAULT) nous avons déjà insisté sur le fait que les exemplaires de l'Hauterivien vocontien étaient plus évolutives que ceux de CHAPMAN.

Haplophragmoides cf. globosus LOZO, 1944

1944 - Haplophragmoides globosa, LOZO, Amer. Midland Nat., Notre-Dame, Ind., vol. 31, p. 543, pl. 2 fig. 8.

Cette espèce, jamais très fréquente en fosse vocontienne et, contrairement à H. vocontianus n.sp., d'une médiocre valeur au point de vue stratigraphique (on la rencontre de l'Hauterivien à l'Albien), se distingue de cette dernière par son test peu comprimé, involute, bi-ombiliqué, avec 8 à 9 loges au dernier tour.

Les formes que j'attribue, avec quelque doute, à cette espèce présentent également une légère ressemblance avec H. chapmani CRESPIE, 1944. N'ayant pu les comparer avec du matériel-type de LOZO et de CRESPIE, je considère ma détermination comme provisoire et ne puis également me prononcer quant à une éventuelle synonymie entre ces deux espèces, sur la seule base des descriptions et des figurations données par les auteurs.

Sous-famille . CYCLAMMININAE MARIE, 1941

Genre CHOFFATELLA SCHLUMBERGER, 1905

Choffatella decipiens SCHLUMBERGER, 1905

pl. 1 fig. 3, pl. 10 fig. 4

1905 - Choffatella decipiens, SCHLUMBERGER, Bull. Soc. Géol. Fr., p. 763.

1950 - Choffatella decipiens SCHLUMBERGER; MAYNC, Low. Cret. Caribbean reg., Eclog. geol. Helv., 42, n° 2, p. 539.

Mes exemplaires ne se distinguent en aucune façon de ceux que décrivent et figurèrent SCHLUMBERGER et MAYNC. Pour obtenir une confirmation de ma diagnose, j'ai comparé les populations de la fosse vocontienne avec celles de Voreppe, que SCHLUMBERGER attribuait à cette espèce (in op. cit.) et les ai trouvées absolument identiques.

C. decipiens se rencontre, plus ou moins sporadiquement et avec une fréquence moyenne, dans les sédiments barrémiens à faciès organo-détritique de la fosse vocontienne.

Famille TROCHAMMINIDAE SCHWAGER, 1877

Genre NEZZAZATA OMARA, 1956

Nezzazata simplex OMARA, 1956

pl. 1 fig. 4-5, pl. 10 fig. 1

1956 - *Nezzazata simplex*, OMARA, New Foraminif. Cenomanian Sinai, Journ. Paleont., vol. 30, n° 4, p. 889, pl. 102 fig. 7-13, fig. texte n° 6.

La description et les figurations données par OMARA pour les formes du Cénomanien d'Egypte s'appliquent tout à fait à mes exemplaires. Cette espèce est bien caractérisée par son test trochospiralé, très évolutive dorsalement et complètement involute ventralement, offrant une allure générale qui rappelle celle d'un Globorotalites, mais avec une paroi calcaire microgranuleuse imperforée.

En vue de profil, le test montre une face dorsale presque plane avec un léger bombement, une face ventrale nettement convexe, avec un angle de raccordement entre les deux faces assez aigu, se pinçant même à la périphérie, tranchante. Le contour est subcirculaire, lobé. Le dernier tour d'enroulement comporte dix loges, séparées sur la face ventrale par des sutures très fines, régulièrement et modérément courbées en arrière. Ouverture ventrale, intériomarginale, allant de l'ombilic à la périphérie, affectée d'indentations au dessin variable selon les individus.

Répartition stratigraphique :

Sinai (Egypte) (d'après OMARA) : partie inférieure du Cénomanien.

Fosse vocontienne : Barrémien à faciès organo-détritique, avec une fréquence modérée.

Remarques :

Dans leur récent traité, A.R. LOEBLICH et H. TAPPAN rangent le genre Nezzazata dans la famille des Barkerinidae, superfamille Miliolacea, tout en soulignant que la position taxinomique véritable de ce genre reste douteuse. Or, grâce aux sections, on peut constater que ces organismes ne possèdent pas un test calcaire porcelané, mais un test microgranuleux, proche de celui que l'on observe chez les représentants de la superfamille Lituolacea. Leur mode d'enroulement devrait alors autoriser à les placer dans les Trochamminidae (plutôt qu'avec les Globotextulariidae), à l'intérieur de cette superfamille.

Genre DICTYOPSELLA MUNIER-CHALMAS in SCHLUMBERGER, 1900

Dictyopsella sp.

pl. 1 fig. 6-7, pl. 10 fig. 2-3

Faute d'un matériel suffisamment abondant, j'ai quelque scrupule à créer une dénomination spécifique nouvelle pour des organismes relevant du genre Dictyopsella, rencontrés sporadiquement dans le Barrémien vocontien à faciès organo-détritique. Ils sont cependant nettement caractérisés.

Leur test possède un enroulement trochospiralé totalement involute ventralement et très évolutive dorsalement, à face ventrale concave non ombiliquée et face dorsale convexe. En profil il se montre comprimé. Contour subcirculaire, légèrement lobé. Cinq à six loges au dernier tour, séparées par des sutures sigmoïdes (face ventrale); la dernière loge domine nettement les autres en dimensions (un tiers du test environ).

Structures internes sous-épidermiques donnant un treillisage à maille fine, parfois visible en vue externe, mieux développé ou mieux conservé dorsalement que ventralement. Ouverture ventrale, strictement ombilicale, formée par un léger exhaussement de la partie postéro-ombilicale de la loge, et bordée d'un ourlet discret.

Mes exemplaires diffèrent de l'espèce-type, D. kiliani, du Crétacé supérieur, par une taille plus réduite, un nombre inférieur de loges au dernier tour (cinq à six au lieu d'une dizaine), une dernière loge nettement prédominante par sa taille, et possèdent en outre une répartition stratigraphique différente.

Remarques :

A. R. LOEBLICH et H. TAPPAN (1964) placent le genre Dictyopsella dans la famille des Ataxophragmiidae, sous-famille Ataxophragmiinae, accordant, en tant que critère taxinomique, la priorité à la structure interne et non au mode d'arrangement des loges.

Il me paraît plus logique de grouper les formes dont la disposition des loges est voisine et, entre autres exemples, de mettre Dictyopsella, au test trochospiralé, avec les Trochamminidae, plutôt que d'aboutir à cet agglomérat hétérogène que sont les Ataxophragmiinae sensu LOEBLICH et TAPPAN 1964.

Famille VERNEUILINIDAE CUSHMAN, 1911

Sous-famille VERNEUILININAE CUSHMAN, 1911

Genre GAUDRYINELLA PLUMMER, 1931

Gaudryinella eichenbergi n. sp.

pl. 1 fig. 8-9

- 1935 ? Bigenerina sp., EICHENBERG, Mikroorg. Norddeutsch. Erdölfeld, Hauterive, p. 152, pl. 15, fig. 6 a-b.
non 1952 - Gaudryinella sherlocki, BETTENSTAEDT, Barrême N-W Deutsch., p. 268, pl. 1 fig. 1-5.
v 1961 - Gaudryinella sherlocki BETTENSTAEDT; MOULLADE, Etude géol. et micropaléont. Baronnies, Thèse 3ème cycle, multigr., Paris, p. 44.

Holotype : exemplaire de la pl. 1 fig. 8, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 025).

Paratype : exemplaire de la pl. 1 fig. 9 (n° 50 026).

Localité-type : La Charce (Drôme), coupe de la route départementale 61 de La Charce à La Motte-Chalançon (x = 847,000; y = 245,745).

Niveau-type : Valanginien terminal.

Description :

Test libre, de petite taille (0,50 à 0,60 mm en longueur), élancé, à section ovale assez fortement comprimée. Départ du test plus ou moins pointu et évasé, ou plus ou moins obtus, avec élargissement d'abord assez rapide devenant très vite modéré à nul. Stade initial trisérié assez bref, puis stade bisérié réduit, suivi d'un stade unisérié prédominant, formé de loges d'abord encore un peu en alternance (déjetées légèrement de part et d'autre du plan axial, ce que soulignent les sutures encore obliques) puis superposées.

Sutures des loges assez nettes, fines, légèrement déprimées; loges moyennement renflées, d'où un contour du test un peu lobé. Ouverture terminale, apicale, en ovale arrondi, dont le grand diamètre égale environ le quart de la largeur de la dernière loge.

Dimensions de l'holotype = longueur 0,60 mm, largeur maximum 0,19 mm.
du paratype = longueur 0,65 mm, largeur 0,17 mm.

Rapports et différences :

G. eichenbergi n. sp. diffère de G. sherlocki BETT. (= Gaudryina cf. siphonella REUSS sensu EICHENBERG), espèce dont elle se rapproche le plus, par son test plus élané, à l'accroissement en largeur plus réduit, avec prédominance marquée du stade unisériel (réduit à une loge ou à peine réalisé chez G. sherlocki).

Elle se distingue de G. hannoverana BARTENSTEIN et BRAND 1951 par sa section en ovale très aplati et non circulaire, cette dernière espèce possédant en outre un stade unisériel moins important.

Par contre elle s'identifie tout à fait à la "? Bigenerina sp." décrite et figurée en 1935 par EICHENBERG, d'après un unique exemplaire provenant de l'Hauterivien d'Allemagne du Nord.

Répartition stratigraphique en fosse vocontienne :

On la rencontre, avec une fréquence moyenne, du Valanginien terminal à l'Hauterivien terminal.

Genre SPIROPLECTINATA CUSHMAN, 1927

Spiroplectinata annectens (PARKER et JONES, 1863)

pl. 1 fig. 10

1863 - Textularia annectens, PARKER et JONES, Nomenclature Foraminif., p. 92, fig. 1.

1959 - Spiroplectinata annectens (PARKER et JONES); GRABERT, Phylogen. Untersuch. an Gaudryina und Spiroplectinata, p. 12-13, pl. 1 fig. 10-12, pl. 2 fig. 36-38, pl. 3 fig. 77-86 (avec synonymie détaillée).

v non 1962 - Spiroplectinata annectens (PARKER & JONES); FLANDRIN, MOULLADE & PORTHault, Microfoss. Crétacé inf. vocont., p. 216, pl. 1 fig. 6, pl. 2 fig. 5.

Il me semble inutile de reprendre ici l'excellente description donnée par GRABERT (1959) ainsi que les remarques qui l'accompagnent. S. annectens se distingue des autres espèces attribuées au genre par sa petite taille, par un stade trisériel net mais moyennement développé, par un stade bisériel relativement peu important (cinq rangées de loges, en moyenne), assez plat et d'accroissement modéré en largeur, et par un stade unisériel bien représenté, constitué de plusieurs loges (jusqu'à cinq), renflées, séparées par des étranglements prononcés.

Les formes décrites et figurées en 1962 par FLANDRIN, MOULLADE et PORTHULT comme S. annectens diffèrent en réalité quelque peu des topotypes étudiés par GRABERT. Elles appartiennent à une autre espèce (voir S. robusta n. sp.).

Répartition stratigraphique :

Allemagne du Nord (d'après GRABERT) : Albien moyen et supérieur.

Fosse vocontienne : cette espèce est assez fréquente à l'Albien moyen et supérieur, et devient rare au Vraconien inférieur.

Spiroplectinata complanata complanata (REUSS, 1860)

pl. 1 fig. 11

1860 - Proroporus complanatus, REUSS, Foraminif. westphäl. Kreidef., p. 231, pl. 12 fig. 5.

1959 - Spiroplectinata complanata (REUSS); GRABERT, op. cit., p. 14-15, pl. 1 fig. 13, pl. 2 fig. 39-41, pl. 3 fig. 87-88 (avec synonymie détaillée).

v 1962 - Spiroplectinata complanata (REUSS); FLANDRIN, MOULLADE et PORTHULT, op. cit., p. 215, pl. 1 fig. 5, pl. 2 fig. 6.

S. complanata complanata possède un stade initial trisériel très réduit, un long stade bisériel, comprimé, s'élargissant assez rapidement (mais un peu moins que chez S. complanata lata GRABERT 1959, forme très voisine), suivi d'un bref stade unisériel (une ou deux loges, ou même souvent une seule et ultime loge chevauchant partiellement l'avant-dernière).

Répartition stratigraphique :

Allemagne du Nord (d'après GRABERT) : Albien.

Fosse vocontienne : Albien moyen et supérieur; cette espèce devient ensuite très rare au Vraconien inférieur.

Spiroplectinata complanata praecursor n. subsp.

pl. 1 fig. 12

Holotype : exemplaire de la pl. 1 fig. 12, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 032).

Origine du nom : sous-espèce voisine de S. complanata complanata et apparue antérieurement.

Localité-type : Angles (Basses-Alpes) : Combe Lambert.

Niveau-type : Aptien supérieur.

Diagnose :

Cette nouvelle sous-espèce, voisine de S. complanata complanata (REUSS, 1860), se caractérise également par un bref stade initial trisériel, quoique très légèrement plus développé, et par un stade bisériel très long, formé de nombreuses loges, mais présentant un élargissement beaucoup moins rapide et une section plus épaisse. La forme générale du test apparaît ainsi plus grêle, plus élancée chez S. complanata praecursor n. subsp. que chez S. complanata complanata, mais pas autant que chez Spiroplectinata complanata bettenstaedti GRABERT 1959, chez qui l'accroissement en largeur des loges du stade bisériel est encore plus lent.

Dimensions de l'holotype = longueur 1,38 mm, largeur maximum 0,48 mm.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : du Gargasien supérieur à l'Albien initial, avec une fréquence moyenne.

Spiroplectinata carinata n. sp.

pl. 1 fig. 13

Holotype : exemplaire de la pl. 1 fig. 13, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 027).

Origine du nom : due à la présence d'un stade initial trisériel aux angles bien marqués.

Localité-type : Crupies (Drôme), coupe de la route départementale 70, de Bouvières à Crupies (x = 825,570; y = 254,110).

Niveau-type : Barrémien supérieur.

Diagnose :

Espèce du genre Spiroplectinata, caractérisée par un long stade initial trisériel (au moins huit rangées de loges) bien marqué (il constitue la moitié de la longueur totale du test), avec un stade bisériel bref (deux à trois rangées de loges) suivi d'un stade unisériel encore plus réduit (souvent une seule loge).

Les crêtes formées par chaque rangée de loges du stade trisériel sont fortement individualisées, bien qu'arrondies à leur pourtour, et nettement séparées les unes des autres par des rentrants beaucoup plus accusés que chez les formes à stade trisériel important parmi les autres espèces du genre. De plus les loges d'une même série, dont l'empilement forme une crête, sont elles-mêmes mieux détachées les unes des autres par des sutures profondes et se montrent galbées.

Dimensions de l'holotype : longueur = 1,18 mm; largeur maximum (prise au sommet du stade trisériel) = 0,40 mm.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Barrémien, avec une fréquence faible.

Spiroplectinata davidi n. sp.

pl. 2 fig. 1-5

Holotype : exemplaire de la pl. 2 fig. 1-2, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 028).

Paratypes : exemplaires de la pl. 2 fig. 3-5 (n° 50 029 à 50 031).

Origine du nom : espèce dédiée à Monsieur le Professeur Louis DAVID, Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon.

Localité-type : environs de Laborel (Drôme), (x = 859,840; y = 227,575).

Niveau-type : Gargasien inférieur.

Diagnose :

Espèce du genre Spiroplectinata, se caractérisant par un stade initial trisériel important (environ un tiers de la longueur totale du test), tricaréné mais sans rentrants marqués, et surtout par un stade bisériel jamais très long, à section rectangulaire ou trapézoïdale, épaisse, aux loges souvent noueuses. Le stade unisériel terminal est généralement réduit à une loge. Les formes juvéniles (exemple pl. 2 fig. 5) sont même fréquemment dépourvues de stade unisériel, d'où une allure générale de Gaudryina.

Dimension de l'holotype : longueur = 1,33 mm.

Rapports et différences :

S. davidi n. sp. diffère de "Gaudryina" compacta GRABERT 1959, espèce à laquelle elle ressemble le plus, essentiellement par la présence d'un stade bisériel à section quadrangulaire-trapézoïdale à angles vifs, au lieu d'une section elliptique, et par les rentrants entre les crêtes du stade trisériel tricaréné beaucoup moins marqués.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Gargasien inférieur, Fréquence moyenne.

Spiroplectinata robusta n. sp.

pl. 2 fig. 6-8

v 1962 - Spiroplectinata annectens PARKER et JONES; FLANDRIN, MOULLADE & PORTHAULT, Microfoss. Crétacé inf. vocont., p. 216, pl. 1 fig. 6, pl. 2 fig. 5.

Holotype : exemplaire de la pl. 2 fig. 7-8, déposé dans les collections du Département des

Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 033).

Paratype : exemplaire de la pl. 2 fig. 6 (n° 50 034).

Localité-type : Arnayon (gorges de l'Arnayon) (Drôme), coupe de la route départementale 173 d'Arnayon à La Motte-Chalançon (x = 838,565; y = 246,950).

Niveau-type : Aptien inférieur.

Diagnose :

S. robusta n. sp. est caractérisée par un stade initial trisérié bien développé, nettement tricaréné, par un stade bisérié assez réduit (trois rangées de loges en moyenne) présentant une section en ellipse aplatie, d'accroissement en largeur pratiquement nul, et par un stade unisérié moyennement développé (quelques loges, assez renflées mais seulement séparées par des étranglements peu marqués).

Elle diffère de S. annectens (PARKER et JONES) par ses dimensions plus importantes, par son aspect plus massif, mais surtout par la présence d'un stade trisérié plus développé (moins cependant que chez S. tricarinata n. sp.); de plus les stades bisérié et unisérié sont plus réduits chez S. robusta; enfin le stade unisérié se montre dépourvu d'étranglements aussi prononcés et, d'autre part, son degré de développement permet immédiatement de distinguer cette espèce de "Gaudryina" compacta GRABERT.

Dimensions de l'holotype : longueur = 1,44 mm; largeur maximum = 0,42 mm.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : de l'Aptien à l'Albien moyen inclus. Fréquence modérée.

Genre DOROTHIA PLUMMER, 1931

(= MARSSONELLA CUSHMAN, 1933)

TRUJILLO (1960), LOEBLICH et TAPPAN (1964) font entrer Marssonella en synonymie avec Dorothia, et c'est là une opinion que je suis enclin à partager; en effet ces deux genres présentent la même organisation (stade initial avec plus de trois loges par tour, rapidement suivi d'un stade bisérié) et le même type d'ouverture, n'étant différenciés en fait que par l'aspect du contour de la section transversale du test, distinction trop ténue, tout au plus d'ordre spécifique. En outre, certaines espèces représentent des stades intermédiaires entre les formes à section circulaire (ex-Marssonella) et les formes comprimées bilatéralement (Dorothia sensu stricto).

Par contre j'avoue ne pas suivre LOEBLICH et TAPPAN lorsqu'ils placent le genre Dorothia, ainsi émendé, dans la famille des Ataxophragmiidae, sous-famille Globotextulariinae.

Réduisant la famille des Ataxophragmiidae à un regroupement des genres tels qu'Ataxophragmium, Arenobulimina, etc..., je préfère laisser Dorothia dans la famille des Vermeulinidae, sous-famille Vermeulininae.

Dorothia zedlerae n. sp.

pl. 2 fig. 9-11

1963 - Marssonella kummi ZEDLER; GUILLAUME et SIGAL, Eléments définit. stratotype Barémien, Foraminif., Colloque Crétacé inf., Lyon (prétirage).

Holotype : exemplaire de la pl. 2 fig. 9, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 044).

Paratypes : exemplaires de la pl. 2 fig. 10-11 (n° 50 045 et 50 046).

Origine du nom : espèce dédiée au Dr Brunehilde ZEDLER, auteur d'importants travaux sur les Foraminifères du Néocomien d'Allemagne du Nord.

Localité-type : Orpierre (Hautes-Alpes), coupe de la R.D. 130 (d'Orpierre à Villebois), (x = 865,420; y = 229,395).

Niveau-type : Hauterivien supérieur (zone à Pseudothurmannia angulicostata).

Description :

Stade initial multisérié très bref (à peine un cinquième de la longueur du test), suivi d'un stade bisérié bien développé, d'accroissement en largeur assez rapide, d'où un évasement prononcé du test, observé en vue latérale. Le test se montre comprimé bilatéralement, avec une section transversale subquadrangulaire, aux angles très émoussés. Loges galbées et même renflées, surtout les deux dernières, séparées par des sutures nettes, fines, déprimées. Face aperturale plutôt bombée, au rebord arrondi. Ouverture typique des Vermeulinidae, par sa position et par sa nature.

Dimensions de l'holotype : longueur = 0,40 mm; largeur maximum = 0,25 mm.

Rapports et différences :

Par ses loges nettement renflées, au rebord très arrondi, et par sa petite taille, Dorothia zedlerae se distingue aisément de toutes les autres espèces du genre que l'on rencontre au Néocomien (D. kummi (ZEDLER), au rebord des loges tranchant et au départ acuminé, D. hauteriviana (MOULLADE), D. ouachensis (SIGAL), au test plus élancé, moins trapu, D. praeoxycona n. sp.).

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Apparue au Valanginien supérieur (dans la zone à Saynoceras verrucosum), D. zedlerae persiste durant tout l'Hauterivien et s'éteint très peu au-dessus de la limite de l'Hauterivien et du Barrémien. Fréquence moyenne.

Dorothia hauteriviana (MOULLADE, 1961)

pl. 2 fig. 12-15

- v 1961 - Marssonella hauteriviana, MOULLADE, Foraminif. et Ostracodes nouv. Crétacé inf. vocont., p. 213, pl. 1 fig. 9 à 12.
v 1962 - Marssonella hauteriviana MOULLADE; FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, Microfoss. Crétacé inf. vocont., p. 216-217, pl. 2 fig. 4.
1963 - Marssonella hauteriviana MOULLADE; GUILLAUME et SIGAL, Eléments définit. stratotype Barrémien, Foraminif., Colloque Crétacé inf., Lyon (prétirage).

Espèce très caractéristique par son test élancé, s'élargissant très lentement, aux loges non renflées, avec une face aperturale au rebord aigu.

Répartition stratigraphique (Sud-Est de la France) :

Valanginien terminal et Hauterivien; espèce toujours assez fréquente. Elle a été retrouvée dans l'Hauterivien en Pologne (GEROCH, communication personnelle).

Dorothia ouachensis (SIGAL, 1952)

pl. 3 fig. 1-4

- 1952 - Marssonella ouachensis, SIGAL, Micropaléont. Crétacé, p. 19, fig. 16.

Description :

Test élancé, à l'axe plus ou moins rectiligne, au départ multisérié fusiforme à évasement régulier et rapide, représentant environ un cinquième à un quart de la longueur totale; stade bisérié subcylindrique (aplatissement bilatéral très faible, un peu plus marqué chez les dernières loges), d'accroissement diamétral à peu près nul (on observe même parfois, passé un léger maximum, une décroissance en allant vers l'apex).

Loges du stade bisérié de plus en plus galbées à mesure qu'elles s'ajoutent, séparées par des sutures de plus en plus déprimées, celles des premières loges pouvant être plus ou moins fortement limbées (ce phénomène de limbation semble être parfois accentué par des conditions particulières de fossilisation). Loges terminales globuleuses latéralement, la dernière tendant à devenir apicale, c'est-à-dire à se superposer à l'avant-dernière.

Face aperturale nettement inclinée, oblique et non plus perpendiculaire à l'axe du

test, au rebord arrondi et montrant une nette dépression en son centre, occupé presque entièrement par une ouverture typique des Verneuulinidae, quoique plus étroite et plus haute.

D. ouachensis diffère de D. hauteriviana, espèce dont elle dérive phylogénétiquement (on peut observer ce phénomène à un certain niveau dans l'Hauterivien supérieur) et à laquelle elle s'apparente le plus morphologiquement, essentiellement par ses loges plus renflées, aux sutures plus ou moins limbées, par l'aspect de la face aperturale, beaucoup plus inclinée, au rebord beaucoup moins aigu, et par la tendance à la superposition que montrent les dernières loges du stade bisérié.

Grâce à l'extrême amabilité de J. SIGAL qui m'a envoyé des exemplaires provenant de l'échantillon qui a fourni le type de son espèce, j'ai pu comparer directement ces topotypes avec les populations recueillies en fosse vocontienne et constater ainsi leur identité absolue.

Les exemplaires du Djebel Ouach montrent des sutures fortement limbées, vitreuses, tandis que ceux du Sud-Est de la France présentent des sutures plus rarement et moins nettement limbées; le phénomène de limbation peut s'accroître localement, chez les populations provenant de certains niveaux assez calcaires du Barrémien, généralement en faciès organo-détritique, mais les sutures apparaissent alors opaques et non vitreuses.

Répartition stratigraphique :

Cette espèce fut décrite d'après des individus provenant d'un gisement barrémien d'Algérie. En fosse vocontienne on la rencontre sporadiquement de l'Hauterivien inférieur à l'Aptien inférieur, avec une fréquence irrégulière.

Dorothia oxycona (REUSS, 1860)

pl. 3 fig. 5-7

1860 - Gaudryina oxycona, REUSS, Foraminif. westphäl. Kreidef., p. 229, pl. 12 fig. 3.

v 1961 - Marssonella oxycona (REUSS); MOULLADE, Foraminif. Crétacé inf. Baronnies, Rev. de Micropaléont., 3 n° 2, p. 131-133 (pars).

non 1963 - Marssonella oxycona (REUSS); GUILLAUME et SIGAL, Eléments définit. stratotype Barrémien, Foraminif., Colloque Crétacé inf., Lyon (prétirage).

En 1963, GUILLAUME et SIGAL exprimaient quelques réserves quant à l'assimilation à l'espèce oxycona de formes très analogues recueillies dans les terrains barrémo-aptiens des environs de Barrême : "Espèce très galvaudée par toutes les formes qui lui furent rapportées depuis le Jurassique, M. oxycona REUSS, 1860, semble apparaître dans le haut du profil. Des formes semblables existeront aussi à l'Aptien. En fait, est-ce bien elle ? Car elle est essentiellement caractéristique du Cénomanien et du Crétacé supérieur."

Parmi toutes les formes attribuées à D. oxycona, celles du Valanginien supérieur - Hauterivien d'Allemagne ont été valablement isolées sous le vocable spécifique kummi par

ZEDLER. Dans ce cas particulier en effet, si les différences avec l'espèce de REUSS sont relativement ténues, elles apparaissent indiscutables.

Par contre, les exemplaires que l'on recueille en faciès vocontien au Barrémien et à la base de l'Aptien, après une observation rapide et en première analyse, ne semblent pas différents de la forme connue au Crétacé supérieur.

Objectivement, certes, il faut déjà tenir compte d'une différence et d'un hiatus dans la répartition stratigraphique (aucun représentant n'est connu à l'Aptien supérieur et à l'Albien inférieur). Mais, de plus, si l'on étudie longuement et très attentivement, par comparaison directe, les populations barrémiennes et celles de l'Albien, il est possible de déceler de légères dissemblances (voir ci-dessous la description de Dorothia praeoxycona n. sp.).

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

D. oxycona apparaît à l'Albien moyen et se poursuit bien au-delà dans le Crétacé supérieur. Fréquence moyenne.

Dorothia praeoxycona n. sp.

pl. 3 fig. 8-11, pl. 10 fig. 7-9

1961 - *Marssonella oxycona* (REUSS); MOULLADE, Foraminif. Crétacé inf. Baronnies, p. 131-133 (pars).

1963 - *Marssonella oxycona* (REUSS); GUILLAUME et SIGAL, Eléments définit, stratotype Barrémien, Foraminif., Colloque Crétacé inf., Lyon (prétirage).

Holotype : exemplaire de la pl. 3 fig. 9, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 059).

Paratypes : exemplaires de la pl. 3 fig. 8, 10-11 (n° 50 060 à 50 062).

Origine du nom : espèce légèrement différente de D. oxycona et apparue antérieurement.

Localité-type : La Charce (Drôme), coupe de la route départementale 61 de La Charce à La Motte-Chalançon (x = 846, 670; y = 245, 302).

Diagnose :

Cette nouvelle espèce, voisine de Dorothia oxycona (REUSS), s'en distingue par les caractères suivants :

- Rebord de la face aperturale plus arrondi, moins tranchant et moins net.
- Loges légèrement plus renflées, surtout les deux dernières.

- Allure différente de la génératrice du test conique : chez D. oxycona elle se montre doucement et régulièrement convexe, tandis que chez D. praeoxycona n. sp. elle est irrégulière, en ligne brisée, à cause du ralentissement de la croissance en largeur des loges au début du stade bisérié, succédant à l'évasement plus marqué du stade initial plurisérié et précédant un nouvel évasement qui correspond aux ultimes loges du stade bisérié.

Rapports et différences :

Dorothia praeoxycona n. sp. se distingue de Dorothia zedlerae n. sp. également par l'aspect du rebord de la face aperturale : s'il se montre plus arrondi que chez D. oxycona et D. kummi (ZEDLER, 1961) il l'est bien moins que chez D. zedlerae n. sp. Cette dernière espèce possède de plus une taille plus réduite, une compression bilatérale du test mieux indiquée et des loges encore plus renflées. Enfin D. praeoxycona n. sp. diffère également de D. kummi par un stade initial plus renflé.

Remarque :

Pour juger de l'allure respective de D. oxycona et de D. praeoxycona n. sp., il ne faut pas tenir compte des figurations que j'ai données en 1961 (op. cit.) pour des formes du Bédoulien (pl. 1 fig. 1 et 3) et de l'Albien (pl. 1 fig. 5), effectuées avec des objectifs photographiques possédant une très mauvaise profondeur de champ, et ne rendant absolument pas compte des différences que l'on peut observer directement entre les deux espèces.

Dimensions de l'holotype : longueur = 0,80 mm; largeur maximum = 0,45 mm.

Répartition stratigraphique (Sud-Est de la France) :

Barrémien et Aptien inférieur. Fréquence irrégulière, répartition sporadique.

Famille ATAXOPHRAGMIIDAE SCHWAGER, 1827

Genre ARENOBULIMINA CUSHMAN, 1927

Arenobulimina flandrini n. sp.

pl. 3 fig. 12-13, pl. 10 fig. 5

Holotype : exemplaire de la pl. 3 fig. 12-13, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 037).

Paratypes : trois exemplaires non figurés (n° 50 038 à 50 040).

Origine du nom : espèce dédiée à Monsieur le Professeur Jacques FLANDRIN, Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon.

Localité-type : Amayon (gorges d'Amayon) (Drôme), coupe de la route départementale 173 d'Amayon à La Motte-Chalançon (x = 838,640; y = 246,955).

Niveau-type : Barrémien.

Description :

Espèce du genre Arenobulimina, présentant une spire très étirée, formée de quatre à cinq tours d'enroulement jointifs et d'accroissement progressif en hauteur. Le test, élancé, au départ fusiforme, s'accroît peu en largeur; il est également brusquement tronqué à l'apex. Chaque tour d'enroulement est composé de quatre loges environ, basses et larges, avec des sutures obliques par rapport à l'axe du test. La suture spirale et les sutures des loges sont fines, légèrement déprimées, et les loges se montrent modérément galbées. Face aperturale de la dernière loge très légèrement déprimée en son centre, avec une ouverture en fente virguliforme, située au contact de l'avant-dernière loge ou de l'antépénultième.

Rapports et différences :

Par son test à l'enroulement très étiré, Arenobulimina flandrini n. sp. diffère nettement de toutes les espèces attribuées jusqu'ici au genre, à l'exception d'A. footei JENNINGS, 1936, du Maestrichtien du New-Jersey. Elle se distingue cependant de cette dernière par un étirement encore plus prononcé, par un plus grand nombre de tours d'enroulement, une forme générale du test plus élancée, des loges beaucoup plus basses et un apex résolument tronqué.

Remarque :

Parmi les illustrations d'Orbitolinopsis flandrini, forme A (MOULLADE, 1960, Orbitolinid, microfac. barrém. Drôme, p. 190), j'ai fait figurer, à côté d'exemplaires typiques,

quelques sections d'exemplaires appartenant en réalité au genre Arenobulimina (pl. 2 fig. 8, 14, 15, 16). J'ai pu vérifier la non-conformité de ma diagnose primitive par l'étude comparative ultérieure de représentants dégagés, puis sectionnés, appartenant aux deux genres.

En vue externe il est possible de les distinguer sans aucune ambiguïté. En section la paroi du test se révèle différente, beaucoup plus épaisse chez Arenobulimina flandrini que chez Orbitolinopsis. Enfin et surtout on n'observe chez Arenobulimina ni structures sous-épidermiques ni structures de soutien à l'intérieur des loges.

La confusion naquit de ce que les sections figurées à tort en 1960 en tant qu'Orbitolinopsis étaient des sections plus ou moins obliques d'Arenobulimina; la trace laissée au centre du test par une cloison plus ou moins recoupée dans sa longueur était alors assimilée à une ébauche de reticulum.

Il n'est pas certain que ces sections relèvent toutes d'Arenobulimina flandrini n. sp. (comparer avec la section parallèle à l'axe figurée ici pl. 10 fig. 5); certaines doivent appartenir à d'autres espèces du genre (voir ci-dessous).

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Barrémien. Espèce assez rare et rencontrée uniquement en faciès organo-détritique (organisme néritique).

Arenobulimina sp. pl., indéterminé.

pl. 10 fig. 6

Outre Arenobulimina flandrini n. sp., espèce très nettement individualisée, l'on rencontre dans les sédiments du Barrémien vocontien à faciès organo-détritique, avec une fréquence de répartition très irrégulière, d'assez nombreux représentants dont le polymorphisme m'a fait renoncer à toute détermination spécifique précise. On observe en effet tous les stades intermédiaires possibles entre des formes à spire assez haute (type Ataxogyroidina MARIE (nom. nud.), entrant en synonymie avec Arenobulimina selon LOEBLICH et TAPPAN, 1964, op. cit.).

De plus, à l'intérieur de chaque type, il existe des individus à loges globuleuses et d'autres à loges très peu renflées. En quelque sorte dans une même population il est presque possible de donner autant de noms d'espèces différents qu'il y a d'individus représentés !

Si le genre Arenobulimina en tant que tel apparaît bien délimité et caractérisé dans le Barrémien vocontien, il ne semble pas en être de même sur le plan spécifique, où l'on est aussi bien tenté de multiplier les taxons que de tout réunir dans une même espèce à l'extrême variabilité, à cause de l'absence décourageante de solutions de continuité.

J'ai d'ailleurs déjà rencontré des exemplaires identiques et offrant le même polymorphisme dans le Gargasien supérieur et l'Albien littoraux de Gargas et de Clansayes, ainsi que de rares et minuscules individus, accompagnant de très petits Miliolidae, dans l'Albien supérieur et le Vraconien des régions périphériques de la fosse vocontienne (en ce cas ils furent transportés, à partir de régions littorales, en faciès pélagique, par des courants). Il semble donc prouvé que si ces formes offrent quelque intérêt comme indices de la présence ou de la proximité de faciès néritiques ou littoraux, elles n'en ont guère sur le plan stratigraphique.

Famille ORBITOLINIDAE MARTIN, 1890

La place réservée, dans ce chapitre paléontologique, aux représentants vocontiens de la famille des Orbitolinidae par celui qui a déjà consacré à ce groupe nombre d'études partielles et quelques synthèses à l'échelle de la Mésogée, peut paraître paradoxalement réduite.

Il ne faut cependant pas oublier qu'en fosse vocontienne les faciès propices à ces organismes ne se rencontrent qu'au Barrémien et à l'Aptien inférieur, ce qui ampute artificiellement l'éventail des formes qu'il serait théoriquement possible de prendre en considération au Crétacé inférieur et moyen. Mais, surtout, leur confrontation avec les Ammonites et les Foraminifères pélagiques, facilitée dans ce secteur grâce à l'interpénétration des faciès, a révélé que tout comme les Ostracodes et comme nombre d'autres Foraminifères benthiques, les Orbitolinidae possèdent une piètre valeur stratigraphique; leur présence ou leur absence est beaucoup trop tributaire des conditions de milieu.

Or le présent mémoire étant avant tout conçu, de par toutes ses composantes, comme une sorte de guide pratique de micropaléontologie stratigraphique destiné à d'éventuels utilisateurs, il n'y a pas lieu d'entrer ici très avant dans le domaine spéculatif, encore moins pour expliciter des organismes à la signification chronostratigraphique peu précise.

Bien que fort étudiés ces dernières années par de nombreux auteurs, les Orbitolinidae représentent encore un groupe assez mystérieux et complexe, très contradictoirement interprété. Mais, encore une fois, à partir du moment où coexistent avec eux, en secteur vocontien, des organismes fournissant de bien meilleures informations pour l'un des buts qui nous occupent, il serait irréaliste de leur consacrer de trop longs développements.

La classification que je suivrai ici pour ce groupe s'inspire, sans la modifier, de celle que j'ai proposée l'an dernier en essayant de synthétiser les travaux des anciens auteurs et les résultats apportés par les découvertes récentes (1965, C.R. Ac. Sc., p. 4031-4034).

Sous-famille *DICTYOCONINAE* SCHUBERT, 1912

(= *sous-famille* *DICTYOCONINAE* in MOULLADE, 1965)

Genre DICTYOCONUS BLANKENHORN, 1900

Sous-genre PALAEODICTYOCONUS MOULLADE, 1965

(nom. correct. (pro PALEODICTYOCONUS MOULLADE, 1965))

Ce sous-genre regroupe momentanément quelques espèces infracrétacées du genre Dictyoconus s.l., telles que D. cuvillieri FOURY, 1963 (subgénératype), D. barremianus (MOULLADE, 1960) et, sous réserve d'une révision, D. arabicus HENSON, 1948, qui se distinguent de l'espèce-type D. aegyptiensis (CHAPMAN, 1900) et des formes tertiaires voisines par un ensemble de caractéristiques qui m'ont parues cependant trop ténues pour aller jusqu'à justifier une séparation générique.

Effectivement D. cuvillieri et D. barremianus montrent dans la structure de leur réseau interne de soutien quelques tendances "orbitolinoïdes", affirmées avec plus ou moins de vigueur, rejoignant celles, encore plus nettes, qu'HENSON avait déjà remarquées chez son D. arabicus; ces tendances semblent les éloigner quelque peu de leurs homologues du Tertiaire, en particulier.

Les piliers de la zone centrale du test, à la fois plus densément et plus anarchiquement répartis, donnant une apparence plus touffue à ladite zone, offrent en section des formes très variées et très irrégulières, au lieu d'être typiquement et constamment ou réniformes, ou circulaires.

Chez les espèces de l'Eocène, on discerne un ordonnancement des piliers en séries concentriques assez régulières, alors que chez les représentants du sous-genre Palaeodictyoconus, ils sont disposés au hasard; quand bien même un début d'organisation, d'ailleurs compliqué par des amorces sporadiques d'anastomose (cf. HENSON, FOURY), semblerait se faire jour, il s'effectue alors selon un mode grossièrement radiaire (ce phénomène étant réalisé avec le plus d'ampleur chez D. arabicus).

On observe donc un type de structure qui, bien qu'à dominante pilariforme, semble imparfaitement dégagé (ou bien converge vers ?) d'une structure réticulaire ou orbitolinoïde; ceci explique qu'en 1960 j'avais primitivement décrit mon espèce barremiana sous le nom gé-

nérique d'Iraqia, et qu'ultérieurement j'ai pu confondre cette espèce barrémienne avec de véritables Iraqia de l'Aptien.

D'autres détails de structure encore se révèlent différents. Chez Palaeodictyoconus, contrairement à l'interprétation de FOURY (1963, p. 8, in légende fig. 9) le canal marginal est fort mal délimité.

En fait les cloisons principales radiales, de longueurs diverses les unes par rapport aux autres (c'est-à-dire pénétrant plus ou moins loin à l'intérieur du test), et dans la majorité des cas proportionnellement plus longues que chez les formes éocènes, s'épaississent progressivement et ne viennent que très rarement s'appuyer sur un pilier périphérique; chez les Dictyoconus tertiaires les cloisons principales, toutes d'égale longueur, ne s'épaississent pratiquement pas et voient leur extrémité s'adosser systématiquement à un pilier, réniforme à la base; l'ensemble des piliers périphériques définit ainsi un cercle marginal bien régulier, situé de toutes parts à égale distance de la paroi du test et, par conséquent, délimitant nettement le canal marginal.

J'avais également adjoint comme dernier critère, dans ma diagnose du nouveau sous-genre, la possession d'un stade initial enroulé fortement développé ("crosse apicale"). En effet cette caractéristique est particulièrement nette chez D. cuvillieri et D. barremianus. Par contre D. arabicus, qui pourrait bien lui aussi appartenir au même sous-genre, n'est pourvu que d'un stade initial enroulé très peu développé, si l'on en juge d'après les figurations et la description d'HENSON.

Il est curieux de noter qu'à la date où je créai le sous-genre Palaeodictyoconus, HOTTINGER (1965, Livret-Guide du 9ème Colloque européen de Micropaléontologie, p. 119) est venu, sans le savoir, rejoindre mon point de vue. Ayant en effet identifié D. cuvillieri (qu'il transcrit comme "Dictyoconus") dans les sédiments du Mont Pilatus, il développe une argumentation selon laquelle cette espèce se distingue des Dictyoconus typiques de l'Eocène (qui ne lui ressembleraient que par un simple phénomène de convergence morphologique) avant tout par son appareil embryonnaire à la paroi interne lisse, et mériterait d'être séparée du genre.

Je partage les convictions d'HOTTINGER relativement à un isolement taxinomique (encore que personnellement, en le matérialisant, je l'ai limité à un niveau subgénérique); par contre, je n'ai pu encore observer la différence de structure de la paroi de l'appareil embryonnaire. Si la valeur et la constance de ce critère venaient à être confirmées, elles ne pourraient sans doute que mieux justifier encore, par un argument supplémentaire, l'indépendance taxinomique soupçonnée entre les deux groupes.

Dictyoconus (Palaeodictyoconus) barremianus (MOULLADE, 1960)

pl. 4 fig. 1-3, pl. 10 fig. 15-17

- v 1960 - *Iraqia barremiana*, MOULLADE, Orbitolin. barrém. Drôme, p. 191, pl. 3, fig. 13-16.
- v 1948 - *Orbitolina kurdica*, HENSON, Larger. Foraminif. S.W. Asia, p. 48-50 (pars : fig. 10 pl. 1, non fig. 11-15).
- v 1964 - *Iraqia hensoni*, BILLIARD et MOULLADE, *Iraqia Apt. pyrén.*, p. 239-240 (pars : fig. 13-14).

Dictyoconus (Palaeodictyoconus) cuvillieri (FOURY, 1963)

pl. 3 fig. 17-18, pl. 10 fig. 18-19, pl. 11 fig. 1-7

- v 1963 - *Dictyoconus cuvillieri*, FOURY, Orbitolinidae urgon. Alpilles, p. 3-8, pl. 1 fig. 1-6, pl. 2 fig. 1-11.
- v 1959 - *Dictyoconus* sp. aff. *arabicus* HENSON; THIEULOY, Etude microgr. barrém. apt. Vers cors mérid., p. 74-75, pl. 24 fig. 5.

Selon J. HOFKER jr (communication in litt.) ces deux espèces seraient synonymes. On ne peut évidemment qu'être frappé par l'analogie de structure entre ces deux formes, qui possèdent par ailleurs, là où elles coexistent (fosse vocontienne), des répartitions stratigraphiques très voisines. Il m'a donc paru utile d'entreprendre, étant donné les abondantes populations dont je disposais, une étude statistique de ces organismes; pour cette étude j'ai utilisé simultanément des spécimens provenant de secteurs et d'horizons stratigraphiques divers à l'intérieur de la fosse vocontienne.

Selon les méthodes que j'utilise habituellement (cf. BASSOULLET et MOULLADE, 1962), les paramètres considérés seront les mensurations de la hauteur et du grand diamètre de base du test. J'établis ensuite des courbes de répartition des individus en fonction des diverses valeurs obtenues (cf. KLAUS, Etude biométrique Globotruncanidés, 1960), stabilisées par tranches de 0,05 en 0,05 pour la hauteur, prise isolément, et pour la valeur du rapport hauteur - diamètre de base.

Dans le cas particulier des Palaeodictyoconus, l'étude des courbes m'a montré qu'il s'isole trois groupes dont je résume les caractéristiques dimensionnelles dans le tableau ci-dessous (page 38).

Les groupes 1 et 3 sont, de très loin, les plus abondamment représentés, le groupe 2, d'ailleurs beaucoup plus proche du groupe 1, ne comprenant proportionnellement que d'assez rares individus.

groupes	variations de H	valeur de H correspondant à la fréquence maxima	variat. de H/D	valeur de H/D correspondant à la fréquence maxima
1	0,40 à 0,50 mm	0,45 mm	0,50 à 0,65	0,60
2	0,60 à 0,70 mm	0,70 mm	0,65 à 0,70	0,70
3	0,95 à 1,25 mm	indistincte	0,75 à 0,90	indistincte

Les caractéristiques du groupe 1 permettent de le rapporter à P. barremianus, celles du groupe 3 à P. cuvillieri. Dans chacun de ces deux groupes, on observe des formes macro- et microsphériques, ce qui exclut une des hypothèses qui pourraient venir à l'esprit, à savoir que les entités 1 et 3 représentent les deux éléments d'un même couple.

Par contre, je ne sais pas vraiment expliciter la nature du groupe 2, que l'on pourrait facilement confondre, en première analyse, avec P. barremianus. Il existe peut-être chez ces formes des phénomènes de trimorphisme qui viennent tout compliquer.

Il est hors de question d'ériger à ce propos une troisième espèce, ne serait-ce que pour la raison que nous sommes là à la limite raisonnable des manipulations de critères quand même relativement ténus, et même, si l'on en croit SCHROEDER, sous la dépendance unique des conditions de milieu. Je me demande cependant comment cet auteur peut justifier de cette manière l'existence des "pics" de fréquence très nets que, par ces méthodes, l'on retrouve, similaires, en des populations d'âge et de milieux différents, comme j'ai pu le constater par ailleurs chez les Orbitolinopsis, les Iraqia et les Simplorbitolina mésogéens ?

Répartition stratigraphique :

Ces deux formes possèdent une valeur stratigraphique relativement médiocre, si on les compare sur ce plan aux Foraminifères planctoniques, sans doute en grande partie du fait qu'elles sont soumises à certaines conditions de milieu qui déterminent leur présence ou leur absence à un moment et en un lieu donnés.

D'une manière générale, j'ai relevé que leur plus grande fréquence de représentation se situait au Barrémien inférieur. Malheureusement, on observe leur apparition plus ou moins bas dans le Barrémien inférieur selon le secteur considéré, c'est-à-dire selon la plus ou moins grande précocité et l'intensité de réalisation du faciès organo-détritique. Ils sont moins fréquents déjà, surtout P. cuvillieri, dans le Barrémien supérieur, dépassant rarement, et alors de très peu, la "vire à Heteroceras".

Schématiquement, on peut affirmer qu'en faciès vocontien organo-détritique, une as-

sociation composée de P. cuvillieri et de P. barremianus, en l'absence de Palorbitolina, indique le Barrémien inférieur.

Genre MEYENDORFFINA AUROUZE et BIZON, 1958, emend. MOULLADE, 1965

Sous-genre PARACOSKINOLINA MOULLADE, 1965

Les études de DOUGLASS (1960) ont montré que l'espèce-type du genre Coskinolina, C. liburnica STACHE, offre une structure de la paroi du test qui permet d'exclure ce genre de la famille des Orbitolinidae. Cet auteur, ainsi que SCHROEDER et HOFKER jr, placés devant la nécessité de dénommer différemment, au point de vue générique, les "Coskinolines" crétacées qui présentent une structure de la paroi du test typique des Orbitolinidae, ont intégré ces formes dans le genre Dictyoconus.

Etant personnellement d'avis de maintenir une signification générique ou sub-générique au critère fondé sur la présence des lames transverses (1960; 1964, avec BILLIARD; 1965), je ne saurais souscrire à cette assimilation, puisque les "Coskinolines" crétacées sont dépourvues de telles structures, au contraire des vrais Dictyoconus.

Les formes à piliers dont elles se rapprochent le plus appartiennent au genre Meyendorffina; cependant les représentants de ce dernier s'en distinguent par leur enroulement initial pratiquement planispiralé (voir BOURROUILH et MOULLADE, 1963), au lieu de streptospiralé (selon HOFKER jr., le terme "streptospiralé" serait préférable, en ce qui concerne les Orbitolinidae, à celui de "trochospiralé", plus couramment utilisé).

Je me suis donc appuyé sur cette différence dans le mode d'enroulement de la partie initiale du test pour créer en 1965 le sous-genre Paracoskinolina (sub-générotype : C. sunnilandensis MAYNC), à l'intérieur du genre Meyendorffina, ainsi émendé par cette adjonction.

Meyendorffina (Paracoskinolina) sunnilandensis (MAYNC, 1955)

pl. 10 fig. 10, 12-14

1955 - Coskinolina sunnilandensis, MAYNC, Low. Cretac. Coskinolina, p. 105-111, pl. 16 fig. 1-2, 5-7, pl. 17 fig. 1-9, 12.

v 1960 - Coskinolina sunnilandensis MAYNC; MOULLADE, Orbitolinid. barrém. Drôme, p. 188-189, pl. 1 fig. 1-9.

- v 1962 - *Coskinolina sunnilandensis* MAYNC; BASSOULLET et MOULLADE, Orbitolinid. Crétacé inf. Montsech (Espagne), p. 110.

Les études statistiques que j'ai entreprises, en fosse vocontienne, sur les représentants du sous-genre *Paracoskinolina*, ne m'ont pas donné, sauf en ce qui concerne *P. elongatissima*, de résultats bien satisfaisants.

D'une façon générale, le groupe de formes relevant de *P. sunnilandensis* se caractérise par une valeur du rapport hauteur/diamètre de base du test légèrement supérieure à 1 (ordre de grandeur très courant : de 1,1 à 1,2), un assez large éventail de variation devant être admis. Une plus grande variabilité se manifeste encore pour la hauteur (les valeurs les plus fréquemment observées gravitant autour de 0,80 mm), mais elle ne dépasse cependant que très rarement le millimètre. Il est fort possible que ce groupe, ainsi défini, soit polymorphe, mais cela n'a pu être clairement mis en évidence par l'interprétation des courbes de fréquence.

La valeur stratigraphique de cette forme est assez médiocre. En fosse vocontienne, elle se montre constamment représentée en faciès organo-détritique, avec une fréquence irrégulière, que ce soit au Barrémien ou à l'Aptien inférieur.

Meyendorffina (Paracoskinolina) elongatissima MOULLADE, 1965

- v 1960 - *Coskinolina sunnilandensis* MAYNC, subsp. *elongata*, MOULLADE, Orbitolinid. barrém. Drôme, p. 189, pl. 1 fig. 10-14.
 ? 1961 - *Coskinolina maynci*, CHEVALIER, Foraminif. Crétac. inf. méditerran., p. 31-32 (p. parte : pl. 1 fig. 6 ?, non pl. 1 fig. 7-8).
 v 1962 - *Coskinolina sunnilandensis elongata* MOULLADE; BASSOULLET et MOULLADE, Orbitolinidae Crétacé inf. Montsech (Espagne), p. 110.
 1965 - *Meyendorffina (Paracoskinolina) elongatissima* nom. nov., MOULLADE, classificat. Orbitolinidae, C.R. Ac. Sc., t. 260, p. 4033.

J'ai dû attribuer une nouvelle dénomination à ma sous-espèce *C. sunnilandensis elongata*, du fait qu'elle était homonyme d'une des espèces créées par COLE. Je ne puis pas, en effet, la placer avec une complète certitude en synonymie avec *C. maynci* CHEVALIER, car la seule donnée que l'on possède sur la nature de la structure interne de cette dernière espèce, à savoir la section axiale pl. 1 fig. 8 de l'ouvrage de CHEVALIER, révèle une structure d'*Orbitolinopsis*. De plus l'exemplaire dégagé de la fig. 7 n'entre pas dans la définition dimensionnelle de *P. elongatissima*. Par contre cette dernière, d'après les nombreuses sections axiales et horizontales que j'ai pu étudier, est incontestablement une forme à piliers.

Il est aisé de distinguer *P. elongatissima* de *P. sunnilandensis*, grâce aux méthodes d'analyse statistique. Chez mon espèce, en effet, le rapport hauteur/diamètre de base est très généralement égal ou supérieur à 2, et la hauteur dépasse le plus souvent le millimètre.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Plus rare que P. sunnilandensis, cette espèce possède pratiquement la même extension stratigraphique, mais il faut cependant noter qu'elle n'est déjà pratiquement plus représentée dans les niveaux sommitaux de la série à faciès organo-détritique, qui correspondent, selon les secteurs, au Barrémien terminal et/ou à l'Aptien inférieur (pro parte, éventuellement).

Meyendorffina (Paracoskinolina) alpillensis (FOURY, 1963)

pl. 10 fig. 11

v 1963 - Coskinolina alpillensis, FOURY, Orbitolinid. urgon. Alpilles, p. 8-10, pl. 1 fig. 7-8, pl. 3 fig. 1-9.

Comme il a déjà été indiqué dans une note récente (FOURY et MOULLADE, 1966), par certaines de ses caractéristiques de structure cette espèce occupe une place un peu à part dans le genre Meyendorffina. D'autre part, encore plus que P. sunnilandensis et P. elongatissima, elle montre en section axiale un développement très incomplet des piliers de la zone centrale, qui sont le plus souvent seulement ébauchés et n'atteignent que rarement la base du plancher de la loge précédente. Ce phénomène ayant été constamment observé chez certaines Meyendorffina du Jurassique moyen (BOURROUILH et MOULLADE, 1963), on pourrait interpréter cette tendance, chez P. alpillensis, comme une survivance de caractères primitifs (cf. MOULLADE, Etat des connaissances sur les Orbitolinidae, Coll. Crétacé inf., Lyon, 1963).

P. alpillensis est extrêmement rare en fosse vocontienne, où je ne l'ai observée qu'à Barrémien inférieur, mais le très petit nombre d'exemplaires rencontrés empêche toute généralisation valable sur le plan stratigraphique.

Genre ORBITOLINOPSIS SILVESTRI, 1932

L'ensemble des représentants du genre Orbitolinopsis, en faciès vocontien organo-détritique, peut être scindé en deux grands groupes, séparés à la fois par des caractéristiques relevant de la structure interne et par une différence de répartition stratigraphique.

En effet, chez les Orbitolinopsis du Barrémien inférieur on observe, en vue externe, que la trace de l'insertion des cloisons et des planchers se dispose en un réseau dont les mailles sont en forme d'hexagones bas et larges, tandis que chez ceux du Barrémien supérieur (s.l., c'est-à-dire englobant plus ou moins une partie de l'Aptien inférieur), ce réseau affecte une disposition losangique. En outre les sections axiales révèlent, chez les représentants du premier groupe, une zone centrale réticulaire à maillage irrégulier, avec des épaississements locaux,

plus grossiers, différant de la trame fine et plus régulièrement organisée des seconds.

Il semble également que chez les formes du Barrémien supérieur l'appareil embryonnaire mégasphérique soit proportionnellement beaucoup plus volumineux. Enfin on peut relever encore que les Orbitolinopsis du Barrémien inférieur possèdent beaucoup plus souvent, et plus régulièrement, des lamelles radiales que les formes plus récentes.

En dehors de toute préoccupation taxinomique, et sans qu'ils aient besoin d'entrer dans le détail des déterminations spécifiques, ceux dont l'intérêt essentiel est d'obtenir des renseignements stratigraphiques à partir de ces organismes pourront utiliser avec profit ces simples constatations. Certes, en attribuant à chacun de ces deux groupes, ainsi discriminés, une répartition précise, l'on schématise évidemment quelque peu.

En réalité, il arrive, mais très exceptionnellement, que l'on rencontre en des niveaux plus élevés les formes restreintes en première analyse au Barrémien inférieur, où elles sont effectivement, et de loin, beaucoup plus abondantes. De la même manière on observe, rarement cependant, dès la partie supérieure du Barrémien inférieur, des individus appartenant au second groupe.

De toutes façons il est déjà fort satisfaisant de pouvoir à peu près correctement distinguer les deux termes du Barrémien en faciès organo-détritique, grâce à des formes dont, à priori, l'on n'attendrait pas une telle précision.

1) - Groupe des ORBITOLINOPSIS du Barrémien inférieur.

a) Orbitolinopsis gr. flandrini MOULLADE, 1960

Il s'agit là d'assez petites formes, dont la hauteur est généralement inférieure ou, au plus, égale au millimètre. On peut y distinguer trois sous-espèces :

Orbitolinopsis flandrini flandrini MOULLADE, 1960

pl. 11 fig. 8

- v 1960 - Orbitolinopsis flandrini, forme A, MOULLADE, Orbitolinid. barrém. Drôme, p. 190 (p. parte : pl. 2 fig. 9 à 13, fig. 18 à 20, non fig. 8, 14-16, 17).
- v 1962 - Orbitolinopsis flandrini flandrini MOULLADE; in BASSOULLET et MOULLADE, Orbitolinid. Crétacé inf. Montsech (Espagne), p. 108.

Cette sous-espèce possède les caractéristiques suivantes au point de vue des mensurations : hauteur moyenne = 0,8 - 0,9 mm; rapport hauteur/diamètre de base = 2.

Orbitolinopsis flandrini inflata BASSOULLET et MOULLADE, 1962

pl. 11 fig. 9-11

- v 1960 - Orbitolinopsis flandrini, forme B, MOULLADE, op. cit., p. 190, pl. 2 fig. 21-28.
v 1962 - Orbitolinopsis flandrini inflatus, BASSOULLET et MOULLADE, op. cit., p. 108.

Caractéristiques dimensionnelles : hauteur = 0,60 à 0,90 mm,
rapport hauteur/diamètre = 1,2 à 1,4.

Orbitolinopsis flandrini elongata DIENI, MASSARI, MOULLADE, 1963

pl. 11 fig. 12

- v 1960 - Orbitolinopsis sp., MOULLADE, op. cit., pl. 3 fig. 4.
v 1960 - Orbitolinopsis flandrini, forme A, MOULLADE, p. parte : pl. 2 fig. 17.
v 1963 - Orbitolinopsis elongatus, DIENI, MASSARI, MOULLADE, Orbitolinid. Crétacé inf.
Orosei (Sardaigne), Bollet. Soc. Paleont. ital., p. 4-6, pl. 1 fig. 1-4.

Caractéristiques : hauteur = 0,8 à 1,1 mm,
rapport hauteur/diamètre = 1,7.

b) Orbitolinopsis gr. subkiliani DIENI, MASSARI, MOULLADE, 1963

Les Orbitolinopsis de ce groupe possèdent un test dont la hauteur est toujours, et plus ou moins nettement, supérieure au millimètre.

Orbitolinopsis subkiliani DIENI, MASSARI, MOULLADE, 1963

- v 1962 - Orbitolinopsis aff. kiliani (PREVER); BASSOULLET et MOULLADE, op. cit., p. 108-110, pl. 1 fig. 1-7.
v 1963 - Orbitolinopsis subkiliani, DIENI, MASSARI, MOULLADE, op. cit., p. 6-8, pl. 1 fig. 5-8.

Caractéristiques : hauteur = 1,0 à 1,2 mm,
rapport hauteur/diamètre = 1,1.

Orbitolinopsis debelmasi MOULLADE et THIEULOUY, 1965

pl. 11 fig. 13

- v 1960 - *Orbitolinopsis kiliani* (PREVER); MOULLADE, op. cit., p. 190, pl. 3 fig. 6-12.
v 1965 - *Orbitolinopsis debelmasi*, MOULLADE et THIEULOUY, Précisions sur *Orbitolina* ? *kiliani*,
C.R. Ac. Sc., p. 4178.

Caractéristiques : hauteur = 1,4 à 1,6 mm,
rapport hauteur/diamètre = 0,9 à 1,2.

Cette espèce a été nommée récemment à la suite d'une révision du matériel-type et de topotypes d'*Orbitolinopsis kiliani*, les auteurs ayant désigné comme type de leur nouvelle espèce le spécimen de la fig. 7 pl. 3 in MOULLADE 1960. La répartition stratigraphique de cette forme se montre rigoureusement limitée au Barrémien inférieur.

- 2) - Groupe des ORBITOLINOPSIS du Barrémien supérieur (s.l.) = O. gr. kiliani (PREVER in SILVESTRI). (sections transversales : pl. 12 fig. 9-10).

Il s'agit ici d'un groupe de formes, rarissimes ou absentes au Barrémien inférieur, dont le maximum de fréquence se situe au Barrémien supérieur, où elles représentent souvent l'élément dominant de la faune d'Orbitolinidae en faciès organo-détritique. Leur extension peut se prolonger quelque peu dans l'Aptien inférieur, selon les espèces et dans la mesure où, selon les secteurs envisagés, le faciès organo-détritique persiste plus ou moins longuement dans l'Aptien.

Orbitolinopsis kiliani (PREVER in SILVESTRI, 1932)

pl. 3 fig. 14-15, pl. 12 fig. 1-3

- 1905 - *Chapmania kiliani*, PREVER, Boll. Soc. Geol. Italiana, p. 470 (nom. nud.).
v 1932 - *Orbitolina* ? *kiliani* (PREVER); SILVESTRI, Paleontol. Somalia, p. 159-160, texte-fig. 6-7 p. 159, pl. 9 fig. 14-15.
v 1965 - *Orbitolinopsis kiliani* (PREV. in SILVESTRI); MOULLADE et THIEULOUY, op. cit., p. 4175-4177.

En collaboration avec THIEULOUY, j'ai pu récemment procéder à une révision de cette espèce, par une étude des types de la collection SILVESTRI, complétée par des recherches sur un abondant matériel topotypique prélevé à Voreppe, faisant intervenir des méthodes statistiques. Les caractéristiques dimensionnelles d'O. kiliani, confirmées par l'étude du matériel vocontien, se sont révélées les suivantes :

Hauteur moyenne (valeur correspondant au maxima de représentation) = 0,80 mm.

Eventail de variation : de 0,70 à 0,90 mm.

Rapport hauteur/diamètre = 0,85 (variation : de 0,75 à 1).

Si O. kiliani est relativement fréquente dans le Barrémien supérieur à faciès urgonien du Vercors et de la Chartreuse, elle se montre en revanche assez rare dans le Barrémien supérieur vocontien à faciès organo-détritique, et de plus elle ne semble pas atteindre l'Aptien.

Orbitolinopsis cuvillieri MOULLADE, 1960

pl. 3 fig. 16, pl. 12 fig. 4-8

? 1905 - *Chapmania silvestri*, PREVER, op. cit., p. 470 (nom. nud.).

? 1932 - *Orbitolina* ? *silvestri* (PREVER); SILVESTRI, op. cit., p. 159-160 (nom. nud.).

v 1960 - *Orbitolinopsis cuvillieri*, MOULLADE, op. cit., p. 190 (p. parte).

v 1965 - *Orbitolinopsis cuvillieri* MOULLADE; MOULLADE et THIEULOY, op. cit., p. 4177.

Les caractéristiques d'O. cuvillieri, en ce qui concerne les mensurations, ont été définies statistiquement aussi bien à Voreppe, localité-type d'O. kiliani, où O. cuvillieri est également représentée et moyennement abondante, qu'en fosse vocontienne où, au Barrémien supérieur et à l'Aptien initial, elle constitue l'*Orbitolinidé* le plus fréquemment recueilli.

Hauteur moyenne = 0,55 mm (éventail de variation de 0,45 à 0,60 mm).

Rapport hauteur/diamètre = 0,80 (variation de 0,70 à 0,90).

Par ses dimensions O. cuvillieri, qui possède une structure interne identique à O. kiliani, est assez proche, bien que nettement plus petite, de cette dernière. Il ne peut cependant s'agir de la même espèce, étant donné qu'à l'intérieur de chacune des deux gammes d'individus j'ai pu observer des exemplaires à appareil embryonnaire mégasphérique et microsphérique (cf. MOULLADE et THIEULOY, 1965).

Orbitolinopsis sp. aff. cuvillieri MOULLADE, 1960

pl. 12 fig. 11-12

Je désigne sous cette appellation de très petits *Orbitolinopsis*, dont la taille varie de 0,30 à 0,40 mm (fréquence maxima pour 0,35 mm) et qui possèdent une structure interne et un rapport hauteur/diamètre analogues à ceux d'O. cuvillieri. Le plus souvent ces petits organismes montrent un volumineux appareil embryonnaire, presque disproportionné eu égard à leur taille, généralement biloculaire (proloculus et deutéroconque), parfois triloculaire. Par contre, je n'ai pu mettre en évidence la forme microsphérique correspondante.

S'agit-il là de la véritable forme mégasphérique d'O. cuvillieri ? En ce cas les individus à mégasphère que j'ai observés chez O. cuvillieri, de taille plus élevée, correspondraient à l'un des stades d'un trimorphisme ? A l'encontre de cette hypothèse il faut relever le fait que ces petites formes à mégasphère volumineuse apparaissent, dans le Barrémien supérieur, un peu plus tard qu'O. cuvillieri s.s. Elles persistent ensuite localement, tant que dure le faciès organo-détritique.

Sous-famille ORBITOLININAE MARTIN, 1890

Genre PALORBITOLINA SCHROEDER, 1963

Palorbitolina lenticularis (BLUMENBACH, 1805)

pl. 12 fig. 13-15

- 1805 - Madreporites lenticularis, BLUMENBACH, Abbild., pl. 80 fig. 1-6.
- 1852 - Orbitolina conoidea, GRAS, Catalog. corps organ. foss. Isère, p. 37-52, pl. 1 fig. 4-6.
- 1852 - Orbitolina discoidea, GRAS, ibid., p. 37-52, pl. 1 fig. 7-9.
- 1963 - Orbitolina (Palorbitolina) lenticularis (BLUMENBACH); SCHROEDER, neues subgenus Orbitolina, p. 349-357, pl. 23 fig. 1-9, pl. 24 fig. 1-10.
- 1963 - Orbitolina lenticularis (BLUMENBACH); HOFKER, Studies on Orbitolina, p. 220, (p. parte : "Form. group. I" seulement).

Alors qu'elle pullule en certains niveaux des séries à faciès urgonien, P. lenticularis est, paradoxalement, très médiocrement représentée dans le Barrémien supérieur et l'Aptien inférieur (pro parte) vocontiens. De plus, en cette dernière région les formes microsphériques sont extrêmement rares; l'essentiel du petit nombre d'individus relevant de cette espèce que l'on peut y recueillir est en effet constitué de formes mégasphériques, de petite taille (hauteur de l'ordre de 0,4 à 0,7 mm), à rapport hauteur/diamètre généralement égal ou inférieur à 0,5. Contrairement à ce que l'on observe chez les petits Orbitolinidae, il apparaît chez cette forme, comme chez toutes les Orbitolines en général, une beaucoup plus grande fluctuation des caractères dimensionnels, moins marquée cependant chez les formes mégasphériques que chez les formes microsphériques; cette fluctuation trop importante ne permet plus le recours à une caractérisation quantitative.

Superfamille MILIOLACEA EHRENBURG, 1839

Famille FISCHERINIDAE MILLETT, 1898

Genre MEANDROSPIRA LOEBLICH et TAPPAN, 1946

Meandrospira washitensis LOEBLICH et TAPPAN, 1946

pl. 3 fig. 19-20

1946 - Meandrospira washitensis, LOEBLICH et TAPPAN, New Washita Foraminifera, Journ. Paleont., 20, p. 248-249, pl. 36 fig. 4 à 7.

1962 - Meandrospira washitensis LOEBLICH et TAPPAN; FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, Microfoss. Crétacé inf. vocontien, p. 217 (avec synonymie détaillée).

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Hauterivien supérieur - Barrémien. Cette espèce est toujours très rare et sporadique.

Famille MILIOLIDAE EHRENBURG, 1839

Les Miliolidae (ou du moins certains représentants de cette famille) se rencontrent constamment et en assez grande abondance dans les sédiments, indurés ou meubles, à faciès organo-détritique du Barrémien et de l'Aptien inférieur vocontiens. Dans ces niveaux, les individus de grande taille (de l'ordre du millimètre ou plus) sont fréquents.

Leur état de conservation est toujours très médiocre, qu'ils soient roulés et érodés, ou roulés et emballés dans une gangue plus ou moins épaisse, à tel point que jamais l'aspect porcelané du test n'est décelable chez les individus dégagés, et que souvent même les particularités morphologiques sont estompées ou invisibles.

A l'Albien supérieur et au Vraconien, en faciès marneux, on constate également la présence de Miliolidae, mais ils sont toujours minuscules et extrêmement rares (un ou deux exemplaires pour 100 g de roche). Leurs tests se révèlent mieux conservés, quoique légèrement usés.

Comme genres représentés, aussi bien au Barrémo-Aptien qu'à l'Albien élevé, on peut citer Quinqueloculina, Triloculina, Pyrgo, Spiroloculina, etc....

Etant donné la très médiocre valeur stratigraphique de ces organismes, ils ne font l'objet ici d'aucune étude taxinomique; je ne les ai utilisés qu'à titre d'indices paléoécologiques (il s'agit d'organismes benthiques, de faciès littoraux ou peu profonds en général).

Superfamille NODOSARIACEA EHRENBURG, 1838

Famille NODOSARIIDAE EHRENBURG, 1838

Genre LENTICULINA LAMARCK, 1804

(= ROBULUS de MONTFORT, 1808; DARBYELLA HOWE et WALLACE, 1932;
non CRISTELLARIA LAMARCK, 1816).

Remarques :

Je partage entièrement l'avis de LOEBLICH et TAPPAN (1964), selon lequel les genres Robulus et Darbyella entrent en synonymie avec Lenticulina, et pour les mêmes raisons que celles qu'ils énoncent (p. 520). D'autre part il faut abandonner le terme de Cristellaria, l'espèce-type de ce genre, Nautilus planatus FICHTEL et MOLL, 1798, étant la même que celle du genre Peneroplis de MONTFORT, 1808, créé antérieurement et possédant un test calcaire imperforé porcelané.

Les Lenticulines sont abondamment représentées dans les sédiments du Crétacé inférieur, vocontien en particulier, aussi bien en nombre d'espèces que d'individus. Malheureusement, de multiples observations m'obligent à conclure que pratiquement aucune Lenticuline ne possède de valeur sur le plan stratigraphique. Très rares sont les espèces dont la durée de répartition ne corresponde pas à plusieurs étages, quand il ne s'agit pas de tout le Crétacé inférieur, ou d'un héritage jurassique.

De plus, ces organismes sont affectés d'un polymorphisme fort gênant. Il est presque toujours possible de relier les diverses "espèces" entre elles par de nombreux intermédiaires. Ce phénomène rend presque vaine toute tentative d'isoler de nouvelles espèces fondées sur des critères de distinction moins lâches que ceux que l'on a utilisés jusqu'à présent.

Et si de nombreuses particularités apparaissent instables, elles peuvent en outre tout aussi bien ressurgir à n'importe quel moment : telle variété qui semble intéressante, que l'on a pu par exemple valablement isoler et définir en un certain niveau de l'Hauterivien, paraît beaucoup moins tranchée dans le niveau sus-jacent; par contre on la retrouvera, identique, dans quelque niveau de l'Aptien ! Non seulement on pourra douter de sa validité propre, mais quand bien même on passerait outre à cette objection, on s'aperçoit que tant d'efforts pour justifier toute "pulvérisation" taxinomique n'auront aucune utilité sur le plan pratique.

Pour cette raison j'ai été amené à laisser certaines créations possibles en nomenclature ouverte, ou même à y renoncer purement et simplement.

Lenticulina cuvillieri MOULLADE, 1960

- v 1960 - *Lenticulina cuvillieri*, MOULLADE, Foraminif. Crétacé inf. Baronnies, Rev. de Micropaléont., 3 n° 2, p. 134-135 (pl. 1 fig. 17-19 : exemplaire typique; pl. 1 fig. 8-9, 13-14 = exemplaires au test usé).
- v 1962 - *Lenticulina cuvillieri* MOULLADE; FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, Microfoss. Crétacé inf. vocontien, p. 217, pl. 2 fig. 8.
- v 1963 - *Lenticulina cuvillieri* MOULLADE; GUILLAUME et SIGAL, Eléments définit. stratotype Barrémien, Foraminif., Colloque Crétacé inf., Lyon (prétirage).

Cette espèce se distingue de *Lenticulina roemeri* (REUSS, 1863) par ses sutures arquées en arrière, moins radiales, moins fines, peu ou pas en relief, ainsi que par un bouton central non proéminent.

Contrairement à ce que pensent GUILLAUME et SIGAL (1963, op. cit.), ce n'est pas avec *L. roemeri* que *L. cuvillieri* présente le plus d'affinités, mais avec *L. crassa* (ROEMER). Elle diffère de cette dernière espèce par son bouton central non saillant, par des sutures mieux indiquées et, surtout pour celles qui séparent les premières loges, très légèrement en relief. On rencontre d'ailleurs quelquefois des individus qui constituent des stades d'évolution intermédiaires entre *L. crassa* et *L. cuvillieri*.

Répartition stratigraphique (Sud-Est de la France) : Barrémien supérieur - Aptien inférieur, avec une fréquence irrégulière.

Lenticulina eichenbergi BARTENSTEIN et BRAND, 1951

pl. 4 fig. 4-8

- 1951 - *Lenticulina eichenbergi*, BARTENSTEIN et BRAND, Nordwestdeutsch. Valendis, p. 285-286, pl. 5 fig. 118-119.
- v 1962 - *Lenticulina eichenbergi* BARTENSTEIN et BRAND; FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, op. cit., p. 217, pl. 2 fig. 9.
- 1963 - *Lenticulina eichenbergi* BARTENSTEIN et BRAND; GUILLAUME et SIGAL, op. cit.

Les formes identiques aux types figurés par BARTENSTEIN et BRAND sont rares dans les régions vocontiennes et semblent plutôt correspondre à des individus juvéniles. On y rencontre beaucoup plus souvent des individus de grande taille et surtout plus évolués (tour interne visible), avec un plus grand nombre de loges au dernier tour, qui paraissent être des formes parvenues à un stade de développement plus avancé que les exemplaires de plus petite taille, au nombre de loges plus réduit et au tour interne non visible extérieurement.

Etant donné l'abondance et la constance de cette espèce dans les sédiments du Néocœmien (s.l.) vocontien, et sa médiocre valeur stratigraphique, j'ai essayé de distinguer des va-

riétés à l'intérieur d'un groupe qui semblait polymorphe.

En effet, certains individus voient cette tendance évolutive, précédemment notée, devenir encore plus importante (ex. pl. 4 fig. 7-8) : les tours internes sont ainsi encore mieux visibles et l'on voit en outre, chez certains exemplaires, une amorce de déroulement; les sutures des dernières loges perdent alors les granulations caractéristiques de l'espèce.

D'autres formes (ex. pl. 4 fig. 8) montrent une tendance à la fusion des granulations, pour la suture spirale en particulier, allant de soudures partielles à une réalisation très poussée, au point de mener à des formes très voisines de Lenticulina ouachensis (SIGAL). Ce dispositif peut se rencontrer aussi bien chez des formes peu ou très évolutives.

En outre, on n'arrive jamais à isoler valablement des populations homogènes, tous les stades intermédiaires étant représentés. Enfin, même si l'on ne tient compte que des individus nettement caractérisés, l'étude de leur répartition montre qu'ils peuvent exister à n'importe quel niveau de l'extension totale du groupe et qu'ils n'apportent donc rien sur le plan stratigraphique. C'est pourquoi je n'ai traduit aucune des variations observées en termes de nomenclature.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Cette espèce apparaît au Valanginien supérieur et ne s'éteint qu'au Barrémien supérieur, avec une fréquence maximum à l'Hauterivien, où en certains niveaux elle constitue l'élément dominant de la microfaune.

Lenticulina nodosa (REUSS, 1863)

pl. 4 fig. 9-12

- 1863 - Robulina nodosa, REUSS, Foraminif. norddeutsch. Hils u. Gault, p. 78, pl. 9 fig. 6.
v 1962 - Lenticulina nodosa (REUSS); FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, op. cit., p. 218, pl. 2 fig. 10.

REUSS décrit L. nodosa comme possédant 7-8 loges au dernier tour. BARTENSTEIN et BRAND (1951) ont attribué à cette espèce des exemplaires d'Allemagne du Nord offrant de 7 à 11 loges, en mettant cette amplitude de variation sur le compte d'un dimorphisme sexuel.

En fosse vocontienne les formes que je rapporte à l'espèce de REUSS montrent de 8 à 12 loges, avec tous les stades intermédiaires représentés, 11 et 12 étant cependant de loin les nombres les plus fréquemment relevés. Les exemplaires à 8-9 loges correspondent d'ailleurs le plus souvent à des formes d'aspect juvénile et de petite taille. Il ne semble donc pas nécessaire de créer une dénomination nouvelle pour un type à loges plus nombreuses que chez celui de REUSS.

Une autre variation, fréquente, est constituée par des individus dont les sutures,

moins en relief, tendent pratiquement à disparaître; chez d'autres exemplaires, les nodosités périphériques s'estompent. D'où, selon les cas, des formes intermédiaires entre L. nodosa, d'une part, et L. subangulata, L. crassa, ou L. roemerii.

Répartition stratigraphique :

En Allemagne du Nord, L. nodosa représente un bon fossile-guide pour le Valanginien supérieur et l'Hauterivien inférieur. Dans le Sud-Est de la France elle est très fréquente et constante au Valanginien et persiste, mais sans être alors jamais abondamment représentée, jusqu'à l'Aptien inférieur.

Lenticulina ouachensis ouachensis (SIGAL, 1952)

pl. 4 fig. 13

- 1952 - *Cristellaria ouachensis*, SIGAL, Micropaléont. Crétacé, p. 16, fig. 10.
1952 - *Lenticulina wisselmanni*, BETTENSTAEDT, Foraminif. Barrême Nordwest-Deutschlands, p. 269-270, pl. 1 fig. 6-8.
v 1962 - *Lenticulina ouachensis* SIGAL; FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, op. cit., p. 218, pl. 2 fig. 11.
1963 - *Lenticulina ouachensis ouachensis* SIGAL; GUILLAUME et SIGAL, op. cit.
1963 - *Lenticulina ouachensis wisselmanni* BETTENSTAEDT; GUILLAUME et SIGAL, op. cit.

La distinction entre L. ouachensis ouachensis (SIGAL, 1952) et L. ouachensis wisselmanni BETTENST., 1952, portant essentiellement sur l'aspect plus ou moins évolutive et le degré de compression du test, perd toute rigueur à l'examen de populations du Crétacé inférieur vocontien.

On y observe tous les degrés entre des tests comprimés et des tests épais, et il en est de même pour l'enroulement, plus ou moins évolutive. Ces deux caractères comportent même des variations non concomitantes, du fait qu'il existe des tests plus évolutives et épais, des tests plus involutives et plats, et encore une fois sans qu'un type déterminé, dont l'isolement est toujours discutable et momentané, présente une quelconque valeur stratigraphique.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Valanginien inférieur à Aptien inférieur. Espèce jamais très fréquente.

Lenticulina ouachensis multicella BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT,

pl. 5 fig. 1-2

BOLLI, 1957

- 1957 - *Lenticulina ouachensis multicella*, BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT, BOLLI, Foraminif. Unterkreide Trinidad, p. 26-27, pl. 3 fig. 47, pl. 4 fig. 68-69.

1963 - *Lenticulina ouachensis multicella* BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT, BOLLI; GUILLAU-
ME et SIGAL, op. cit.

Cette espèce du groupe *ouachensis* est très caractéristique par son test très évolué (deux à deux tours et demi d'enroulement sont visibles), à loges nombreuses, montrant parfois même une légère tendance au déroulement.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Valanginien terminal à Aptien inférieur, avec une fréquence irrégulière mais jamais très élevée.

Lenticulina ouachensis bartensteini n. ssp.

pl. 5 fig. 3-5

Holotype : exemplaire de la pl. 5 fig. 3, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 081).

Paratypes : exemplaires de la pl. 5 fig. 4-5 (n° 50 082, 50 083).

Origine du nom : en l'honneur du Dr Helmut BARTENSTEIN, auteur de nombreux et importants travaux consacrés aux microfaunes du Crétacé inférieur.

Localité-type : Amayon (Gorges d'Amayon) (Drôme), coupe de la route départementale 173 d'Amayon à La Motte-Chalançon (x = 839,375; y = 246,960).

Niveau-type : Valanginien supérieur.

Description :

Lenticulina ouachensis bartensteini n. ssp. se distingue de *L. ouachensis ouachensis* (SIGAL, 1952) par une taille beaucoup plus réduite (de l'ordre de 0,40 - 0,50 mm au lieu de 1 à 1,5 mm), un test fortement comprimé, composé de 10-11 loges étroites, involute (tours internes non visibles) mais montrant un accroissement marqué de la hauteur du pas de la spire. Les sutures des loges, fines et en relief, reliées à la suture spirale, sont fortement arquées vers l'arrière. On observe une seule dépression ombilicale, non fermée. Carène généralement absente, ou rarement et très faiblement développée à l'aplomb des dernières loges.

Sa petite taille, ses sutures rebroussées en arrière la distinguent sans ambiguïté des représentants les plus évolués et les plus comprimés de *L. ouachensis ouachensis* (tel l'holotype de *L. ouachensis wisselmanni* (nom. nud.)). Elle diffère également de *L. ouachensis paucistriata* nom. nov. (= *L. ouachensis striata* FLANDRIN, MOULLADE, PORTHAULT), dont elle possède la taille réduite et un peu l'allure générale, par l'absence de costulation longitudinale.

Dimensions de l'holotype : hauteur = 0,57 mm; épaisseur = 0,21 mm.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Apparue au Valanginien terminal, cette sous-espèce s'éteint avec la zone à Subsayingella sayni (Hauterivien supérieur). Elle est assez rare.

Lenticulina ouachensis paucistriata nom. nov.

pl. 5 fig. 6-7

v 1962 - Lenticulina ouachensis striata, FLANDRIN, MOULLADE, PORTHault, Microfoss. Crétacé inf. vocontien, p. 218, pl. 2 fig. 12-13.

Holotype : (pl. 5 fig. 7, nouvelle figuration) déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 079).

Origine du nom : nouveau nom pour Lenticulina ouachensis striata FLAND., MOULL., PORTH., 1962, homonyme de Lenticulina guttata striata BARTENSTEIN et BRAND, 1951.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : du sommet de l'Hauterivien inférieur jusqu'au Barrémien inférieur. Forme toujours rare.

Lenticulina roemeri (REUSS, 1863)

pl. 5 fig. 8

1863 - Cristellaria römeri, REUSS, Foraminif. norddeutsch. Hils u. Gault, p. 75, pl. 8 fig. 9.

1963 - Lenticulina roemeri (REUSS); GUILLAUME et SIGAL, op. cit.

Cette espèce se caractérise par son test comprimé, à bouton central nettement saillant et de dimensions moyennes, aux nombreuses loges (au minimum 11, mais le nombre peut aller jusqu'à 15) à sutures étroites et en relief, presque radiales.

Par la tendance à l'acquisition d'une carène, ou de nodosités périphériques à l'aplomb des sutures, certains représentants de cette espèce font la transition avec Lenticulina subalata (REUSS) ou L. nodosa (REUSS).

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : du Valanginien supérieur au Barrémien inférieur; espèce relativement rare et sporadique.

Lenticulina gevini n. sp.

pl. 5 fig. 13-15

Holotype : exemplaire de la pl. 5 fig. 14, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 088).

Paratypes : exemplaires de la pl. 5 fig. 13 et 15 (n° 50 089, 50 090).

Origine du nom : espèce dédiée à Monsieur le Professeur P. GEVIN, Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon.

Localité-type : Moydans (col de Palluel) (Hautes-Alpes), coupe de la route nationale 94 de Rosans à Serres (x = 853, 890; y = 238, 315).

Niveau-type : Vraconien supérieur.

Diagnose :

Espèce du genre Lenticulina, d'assez grande taille, aux nombreuses loges (13 à 15), étroites et d'accroissement modéré en hauteur, à sutures faiblement en relief; bouton central de grandes dimensions mais très peu saillant, carène peu développée.

Lenticulina gevini n. sp. diffère de L. subalata (REUSS, 1854) par ses dimensions plus importantes et par un nombre de loges plus élevé, ainsi que par des sutures et un bouton central moins proéminents.

Elle se distingue de Lenticulina crassa (dont elle dérive phylogénétiquement à l'Albien supérieur) également par le nombre de loges plus élevé, le bouton central nettement moins saillant, et par des sutures légèrement en relief.

Enfin elle diffère de L. sublaevis MORROW 1934, espèce dont elle se rapproche le plus, par sa taille, nettement plus importante, et par un nombre de loges encore plus élevé.

Dimensions de l'holotype : hauteur 1,30 mm, épaisseur 0,70 mm.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Albien supérieur et Vraconien. Fréquence moyenne à faible.

Lenticulina vocontiana n. sp.

pl. 5 fig. 11-12

Holotype : exemplaire de la pl. 5 fig. 12, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 091).

Paratype : exemplaire de la pl. 5 fig. 11 (n° 50 092).

Origine du nom : espèce rencontrée jusqu'à présent en de nombreux gisements de la fosse vocontienne.

Localité-type : Angles (Basses-Alpes), Combe Lambert.

Niveau-type : Aptien supérieur.

Description :

Cette nouvelle espèce du genre Lenticulina se caractérise par un test assez comprimé, montrant 7 à 8 loges, assez larges, d'accroissement modéré en hauteur à mesure qu'elles s'ajoutent, aux sutures déprimées et droites. Le test est orné de fines crêtes longitudinales, au nombre de sept en moyenne, à l'exception de la dernière loge, où cette fine costulation s'atténue beaucoup ou même disparaît. Il faut noter la présence d'une fine carène.

Dimensions de l'holotype : hauteur 0,70 mm, épaisseur 0,30 mm.

Rapports et différences :

Lenticulina vocontiana n. sp. diffère de L. schreiteri (EICHENBERG, 1935) essentiellement par ses sutures déprimées, identiques à celles que l'on peut observer chez L. oligostegia (REUSS), au lieu d'être soulignées par une crête de même nature que celles qui forment la costulation longitudinale du test. D'autre part la répartition stratigraphique des deux formes est différente. Elle se distingue également de Lenticulina subcretacea (TAPPAN, 1943) par son test plus involute, moins élancé et moins comprimé.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Aptien supérieur. Fréquence faible.

Lenticulina busnardoï n. sp.

pl. 5 fig. 9-10

Holotype : exemplaire de la pl. 5 fig. 10, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 085).

Paratype : exemplaire de la pl. 5 fig. 9 (n° 50 086).

Origine du nom : espèce dédiée à R. BUSNARDO, Maître-Assistant à la Faculté des Sciences de Lyon.

Localité-type : La Charce (Drôme), coupe de la R.D. 61, de La Charce à La Motte-Chalançon (x = 846,995; y = 245,750).

Niveau-type : Valanginien supérieur.

Description :

Espèce du genre Lenticulina, caractérisée par un test lisse, involute, d'assez petite taille et comprimé, au contour circulaire. Latéralement on observe une profonde incision suturo-spirale, venant cerner un petit bouton central discrètement proéminent. Les sutures séparant les deux ou trois dernières loges se montrent déprimées. Augmentation de la hauteur du pas de la spire très faible ou nulle. Le test comporte 9 loges en moyenne, presque aussi larges que hautes, surtout les dernières.

Dimensions de l'holotype : diamètre = 0,63 mm, épaisseur = 0,26 mm.

Rapports et différences :

Lenticulina busnardoï n. sp. diffère de Lenticulina oligostegia (REUSS) par la présence d'un bouton central, d'un sillon suturo-spiral et d'un plus grand nombre de loges. Elle diffère en outre de L. subgaultina BARTENSTEIN, qui montre un accroissement rapide du pas de spire et qui ne possède pas de sillon suturo-spiral. Enfin elle se distingue de Lenticulina subaperta (REUSS, 1863) par ses sutures terminales déprimées.

Il est possible qu'il s'agisse du "Robulus gaultinus" (sensu EICHENBERG, non BERTHELIN), figuré et décrit par EICHENBERG en 1935, provenant de l'Hauterivien du Nord de l'Allemagne. N'ayant pu comparer mes exemplaires avec ceux d'EICHENBERG, il ne m'est pas permis d'aller au-delà d'une simple hypothèse.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Valanginien supérieur. Fréquence faible à modérée.

Cette espèce a également été recueillie dans le Valanginien de la province de Jaen (Espagne) (échantillon de R. BUSNARDO).

Genre SARACENARIA DEFRANCE in de BLAINVILLE, 1824

Saracenaria spinosa EICHENBERG, 1935

- 1935 - *Saracenaria spinosa*, EICHENBERG, Foram. Apt Wenden, p. 10, pl. 4 fig. 5.
v 1962 - *Saracenaria spinosa* EICHENBERG; FLANDRIN, MOULLADE, PORTHAULT, op. cit.,
p. 218, pl. 2 fig. 15.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Aptien supérieur et Albien initial.

Genre MARGINULINA d'ORBIGNY, 1826

Marginulina djaffaensis SIGAL, 1952

- 1952 - *Marginulina djaffaensis*, SIGAL, Micropaléont. Crétacé p. 15, fig. 9.
1957 - *Marginulinopsis sigali*, BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT, BOLLI, Foraminif. Unter-
kreide Trinidad, p. 32-33, pl. 5 fig. 99, pl. 6 fig. 130-131.
v 1962 - *Marginulina djaffaensis*, SIGAL; FLANDRIN, MOULLADE, PORTHAULT, op. cit., p.
218-219, pl. 2 fig. 14.
1963 - *Marginulinopsis djaffaensis* SIGAL; GUILLAUME et SIGAL, Eléments définit. stratotype
Barrém., Foraminif., Colloque Crétacé inf., Lyon (Prétirage).

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Hauterivien supérieur - Barrémien. Espèce
toujours rare.

Superfamille *SPIRILLINACEA* *REUSS, 1862*

Famille *SPIRILLINIDAE* *REUSS, 1862*

Genre *SPIRILLINA* *EHRENBURG, 1843*

Spirillina neocomiana *MOULLADE, 1961*

pl. 6 fig. 7-8

- 1961 - *Spirillina neocomiana*, MOULLADE, Foraminif. et Ostracodes nouv. Crétacé inf. vocontien, p. 213-214, pl. 1 fig. 6-8.
v 1962 - *Spirillina neocomiana* MOULLADE; FLANDRIN, MOULLADE, PORTHAULT, op. cit., p. 219-220, pl. 2 fig. 16-17.
1963 - *Spirillina neocomiana* MOULLADE; GUILLAUME et SIGAL, op. cit. (prétirage).

Espèce très caractéristique, par son test relativement épais, creusé d'une rigole annulaire submarginale et d'une cupule à l'emplacement du proloculus; la partie centrale du test, surélevée, est ornée d'une très fine réticulation, visible chez les exemplaires bien conservés (cf. GUILLAUME et SIGAL, 1963).

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Du Berriasien élevé au Barrémien inclus, avec une fréquence très irrégulière (elle est faible au Valanginien et au Barrémien supérieur).

Famille *INVOLUTINIDAE* *BUTSCHLI, 1880*

Genre *TROCHOLINA* *PAALZOW, 1922*

(= *COSCINOCONUS* *LEUPOLD, 1935*; *NEOTROCHOLINA* *REICHEL, 1955*)

Trocholina paucigranulata MOULLADE, 1960

pl. 6 fig. 4-6

- v 1960 - Trocholina infragranulata paucigranulata, MOULLADE, Foraminif. Crétacé inf. Baronies, p. 135-136, pl. 2 fig. 4-5.
- v 1960 - Trocholina infragranulata, sensu MOULLADE, non NOTH, ibid. p. 135 (pars = formes de la Drôme seulement).
- v 1962 - Trocholina infragranulata paucigranulata MOULLADE; FLANDRIN, MOULLADE, PORTHault, Microfoss. Crétacé inf. vocontien, p. 220, pl. 1 fig. 7.

Diagnose :

Espèce du genre Trocholina, de petite taille (diamètre de l'ordre de 0,20 à 0,30 mm), en forme de cône large et très aplati. Face dorsale en forme de calotte subsphérique, face ventrale plane. Cette dernière est occupée en sa partie centrale par une plage circulaire déprimée, d'un diamètre un peu supérieur à la moitié de celui du test; cette dépression est parsemée de petites granulations homogènes par la taille et par l'aspect, régulièrement réparties, dont le nombre varie, selon les individus, de 5 à 15 : il est très rarement supérieur à 15 et se montre, en moyenne, plutôt de l'ordre d'une dizaine. La zone centrale est nettement séparée de la plage marginale (correspondant au revers inférieur de la portion terminale de la loge) et la ligne de séparation, de tracé circulaire, peut être soulignée, chez certains exemplaires, par un léger bourrelet vitreux. Cette plage marginale se trouve dépourvue de toute ornementation.

Remarques :

Cette espèce fut à l'origine décrite comme une sous-espèce de Trocholina infragranulata NOTH. Je pensais alors avoir effectivement rencontré des représentants de cette dernière dans les sédiments vocontiens, en fondant mon opinion d'après des exemplaires identiques à ma nouvelle sous-espèce par leur morphologie, mais qui possédaient un nombre supérieur de granules sur la face basale (en fait jamais plus d'une vingtaine).

Or S. GUILLAUME, qui a eu la possibilité d'examiner directement le matériel de la collection NOTH, et à qui j'ai soumis la forme que je rapportais à T. infragranulata, estime que mes exemplaires vocontiens n'appartiennent pas à cette dernière espèce.

D'autre part, les différences que j'avais relevées entre T. infragr. paucigranulata (sensu MOULL. 1960) et T. infragranulata (sensu MOULL. 1960, non NOTH), très ténues a priori puisqu'elles ne portent que sur le nombre de granules, se sont révélées illusoires, grâce à l'examen d'un matériel beaucoup plus abondant : il existe de nombreux stades intermédiaires entre les deux groupes. Je préfère donc réunir toutes les petites Trocholines vocontiennes sous le vocable "paucigranulata".

Il subsiste d'ailleurs une certaine ambiguïté en ce qui concerne les caractéristiques propres à Trocholina infragranulata NOTH. D'après son auteur (1951), de même que d'après S. GUILLAUME (1963), la zone marginale en serait lisse; ceci est formellement contredit par

BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT, BOLLI (1957) (selon eux cette zone est au contraire finement plissée ("gefältet")) et implicitement rejeté par REICHEL (1955), qui constate des affinités très étroites entre T. infragranulata et sa nouvelle espèce T. valdensis : or cette dernière possède des côtes radiaires marginales.

En tout état de cause, Trocholina paucigranulata se distingue de T. infragranulata par sa zone centrale nettement déprimée et par le nombre moindre de ses granulations (de 5 à 15 au lieu de 20 à 40).

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Valanginien et Hauterivien (très rare); Barrémien et Aptien inférieur (fréquence modérée).

Trocholina sp., aff. friburgensis (GUILLAUME et REICHEL, 1957)

pl. 6 fig. 1-3

1957 - Neotrocholina friburgensis, H. GUILLAUME et M. REICHEL, N. friburgensis n. sp., Urgonien alpin, Eclogae Geol. Helvet., 50 n° 2, p. 285-288, pl. 1 fig. 1-12.

Description des exemplaires de la fosse vocontienne :

Espèce du genre Trocholina, de taille moyenne (diamètre de l'ordre de 0,75 à 1 mm), au test conique (la forme générale allant de cônes assez aigus à des cônes plus bas, mais dans tous les cas avec un angle apical aux côtés rectilignes, contrairement à T. paucigranulata).

Face ventrale plane, ou rarement (et faiblement) bombée, portant en son centre (sur une plage de diamètre inférieur ou au plus égal à la moitié du diamètre total) de gros granules d'allure plus ou moins polygonale, irréguliers en taille, en forme et en disposition. Bande marginale assez large, portant sur presque toute sa surface (à l'exception souvent de l'extrême bord externe) des bourrelets radiaires séparés par de fines rainures.

La frontière entre les deux zones est le plus souvent matérialisée par une petite dépression en forme de rigole, mais de tracé très irrégulier, non circulaire. Très rarement, certains bourrelets radiaires peuvent s'amorcer dans la portion interne de la zone marginale, à partir des granules les plus externes de la zone centrale, rendant ainsi localement plus floue la ligne de démarcation entre les deux zones.

Les deux espèces dont les formes vocontiennes se rapprochent le plus sont Trocholina alpina (LEUPOLD, 1935) et Trocholina friburgensis (GUILLAUME et REICHEL, 1955).

Il est difficile de connaître avec certitude les caractéristiques de T. alpina, sans aller cependant jusqu'à souscrire à la ridicule assertion de MASLOV (1958), curieusement entérinée par LOEBLICH et TAPPAN dans leur traité (1964), selon laquelle il s'agirait d'une Algue Dasycladacée et non d'un Foraminifère ! S. GUILLAUME (1963) attribue à cette espèce une face ventrale plane, entièrement occupée par des piliers irréguliers.

Il ne faut toutefois pas perdre de vue que les formes étudiées par LEUPOLD représentent des tests profondément décapés et usés : ventralement, il ne reste pratiquement plus que la zone centrale, la zone marginale ayant disparu ainsi que les parois latérales du test; on ne peut donc affirmer que toute la face basale est occupée par des piliers, puisqu'il ne subsiste à l'observation que la zone centrale, seule garnie de piliers habituellement chez les Trocholines. Pour la même raison on ignore tout des véritables caractéristiques de la zone marginale.

De toute manière certaines figurations de LEUPOLD (ex. pl. 18 fig. 7, 8, 10 et surtout fig. 6) montrent une face basale plutôt bombée, dans la mesure où il est possible de se faire une opinion d'après un tel matériel : ce phénomène peut très bien avoir été secondairement atténué, ou au contraire accentué, par un décapage différentiel du test.

Il est certain que, dans ces conditions, il est difficile de juger des relations possibles entre T. alpina et plusieurs espèces décrites - et correctement décrites, avec du matériel bien conservé - postérieurement.

J'aurais attribué sans hésitation mes exemplaires à Trocholina friburgensis, s'ils ne présentaient pas cependant quelques légères différences avec les représentants de cette espèce. En effet, la face ventrale en est généralement plane, au lieu d'être bombée, même chez les grands exemplaires bien développés. Très rarement elle apparaît un peu bombée, et encore souvent ce phénomène résulte d'une érosion postérieure du test, qui a usé ou même arraché la partie marginale, moins résistante, et qui a mis ainsi artificiellement en relief la zone granulaire, mieux armée avec ses piliers.

D'autre part les bourrelets radiaires marginaux occupent toute ou presque toute la zone marginale, et ils n'ont pas de relation directe avec les granules de la zone centrale, en étant séparés par une petite rainure au tracé irrégulier. Au contraire chez T. friburgensis ces bourrelets naissent de granules et, de plus, ils n'occupent que la portion la plus interne de la zone marginale.

Il faut noter que les sections d'exemplaires vocontiens, tous semblables par leur morphologie et par leurs autres caractères, font apparaître tantôt (et le plus souvent) une recristallisation totale (Trocholina sensu REICHEL, 1955), tantôt la structure originelle (Neotrocholina REICHEL, 1955, nom. nud.).

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Barrémien et Aptien inférieur à faciès organo-détritique; espèce fréquente.

Superfamille CASSIDULINACEA D'ORBIGNY, 1839

Famille PLEUROSATOMELLIDAE REUSS, 1860

Genre PLEUROSATOMELLA REUSS, 1860

Pleurostomella gr. subnodosa REUSS, 1860

pl. 6 fig. 9-12

- 1851 - Dentalina subnodosa REUSS, Foraminif. u. Entomostraceen Kreidemergels Lemberg, p. 24 (pars : non pl. 2 fig. 9).
1860 - Pleurostomella subnodosa, REUSS, Foraminif. westphäl. Kreideformat., p. 204-205, pl. 8 fig. 2.
1860 - Pleurostomella fusiformis, REUSS, Foraminif. westphäl. Kreideformat., p. 205, pl. 8 fig. 1.
? 1880 - Pleurostomella obtusa, BERTHELIN, Foraminif. alb. Montcley, p. 29, pl. 1 fig. 9.
? 1880 - Pleurostomella reussi, BERTHELIN, ibid., p. 28-29 (pars : pl. 1 fig. 10 a-b, non fig. 11-12).

Selon BARTENSTEIN, auteur d'une révision du matériel-type de BERTHELIN (1954), Pleurostomella reussi BERTH. représenterait la forme microsphérique de l'espèce P. obtusa BERTH. Je puis apporter comme justification supplémentaire en faveur d'un dimorphisme éventuel le fait que dans le Sud-Est de la France le type "reussi" et le type "obtusa" sont toujours recueillis simultanément et possèdent la même répartition stratigraphique, le second type étant toujours plus fréquent que le premier.

Il est à peu près certain que, de la même manière, les deux espèces de REUSS, P. subnodosa et P. fusiformis, constituent les éléments d'un couple spécifique.

Mes exemplaires de la fosse vocontienne ressemblent aux formes décrites, et soigneusement figurées, par BERTHELIN. Mais, ainsi que l'avait déjà remarqué BARTENSTEIN, les "espèces" de BERTHELIN offrent une grande similitude avec celles de REUSS, dont elles pourraient bien être synonymes. Une révision des exemplaires originaux de REUSS ou de topotypes serait nécessaire, du fait que les dessins de REUSS sont malgré tout trop schématiques, pour vérifier à coup sûr une hypothèse fort plausible.

Notons cependant déjà que l'examen d'abondantes populations, telles que celles du Crétacé moyen vocontien, permet de déceler une variabilité assez grande et laisse pressentir que les faibles différences qui peuvent apparaître entre des espèces fondées sur la figuration d'un type unique doivent perdre toute rigueur dans la pratique. C'est pourquoi j'attribue aux populations vocontiennes le vocable "gr. subnodosa", dans l'attente d'une révision du matériel de REUSS.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Cette espèce apparaît à la limite de l'Aptien et de l'Albien, et s'éteint dans l'Albien supérieur. Fréquence moyenne.

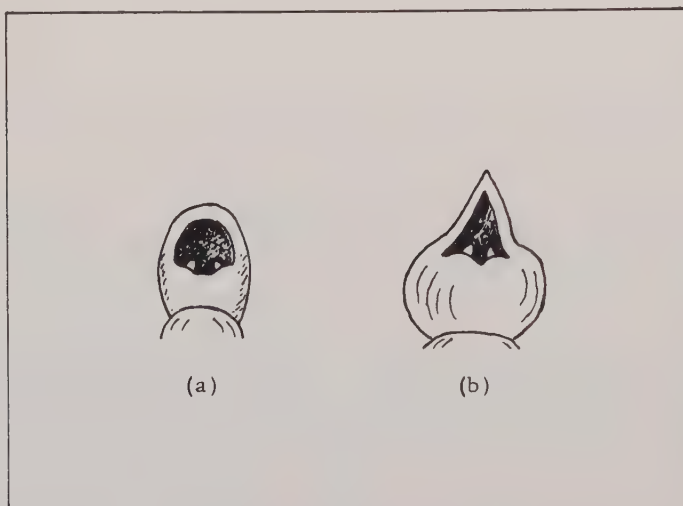


Fig. 1 - Aspect de la dernière loge et de l'ouverture chez Pleurostomella subnodosa REUSS (a) et Pleurostomella sp., aff. subnodosa REUSS (b).

Pleurostomella sp., aff. gr. subnodosa REUSS, 1860

pl. 6 fig. 13-16

Je distingue par cette appellation une variation de la forme précédente, qui présente de l'intérêt du fait qu'elle apparaît plus tardivement, à un niveau déterminé de l'Albien moyen, et possède par là-même une relative importance au point de vue stratigraphique pour le repérage de ces termes, pauvres en microfossiles-guides.

Morphologiquement, elle offre un aspect identique, avec le même dimorphisme se-

xuel (un type au départ fusiforme, un autre au départ obtus), mais elle en diffère par la configuration de l'ouverture et de la face aperturale (fig. texte 1) : P. gr. subnodosa possède une vaste dépression aperturale, et la dernière loge, vue de face, se termine apicalement en un angle très obtus et très émoussé, tandis que P. sp., aff. gr. subnodosa montre une ouverture haute et très étroite, l'apex de la loge apparaissant fortement acuminé (présence d'une sorte de pique acérée).

Je ne sais quelle valeur taxinomique on peut attribuer à cette variation. LOEBLICH et TAPPAN figurent dans leur traité (1964) un exemplaire de P. barroisi BERTHELIN, provenant du Gault d'Angleterre, qui possède la même caractéristique aperturale, alors que le type figuré par BERTHELIN montre la vaste ouverture classique. Il est à noter d'ailleurs que pour BARTENSTEIN les types de P. barroisi de la collection BERTHELIN ne seraient tous que des individus juvéniles de P. obtusa BERTH. : il est donc probable que LOEBLICH et TAPPAN ont identifié comme P. barroisi un matériel qui doit se rapporter à tout autre chose.

Dans tous les cas on observe la présence des deux petites dents verticales situées à la base de l'ouverture, ce qui constitue une des caractéristiques du genre (fig. 1). Mais s'il est ainsi à peu près certain que le dispositif observé chez la variété qui apparaît plus tard dans l'Albien n'a pas de signification sur le plan générique, on est même en droit de se demander s'il en possède une sur le plan spécifique. Je n'ai donc pas pris le parti de créer une nouvelle espèce pour ces formes et n'ai voulu que les signaler à l'attention, pour avoir pu en particulier les utiliser à des fins stratigraphiques.

Superfamille ANOMALINACEA CUSHMAN, 1927

(*nom. transl. (ex famille* ANOMALINIDAE CUSHMAN, 1927))

J'érige cette superfamille afin de pouvoir regrouper en un ensemble homogène des familles telles que les Eponididae HOFKER, 1951 (sensu LOEBLICH et TAPPAN, 1964), la plus grande partie des Cibicididae CUSHMAN, 1927 (sensu LOEBL. et TAPP.), les Osangulariidae LOEBLICH et TAPPAN, 1964 (= Eponidopsidae REISS, 1961, (nom. nud.)) et les Anomalinidae CUSHMAN, 1927, dispersées dans le traité de ces auteurs parmi les Orbitoidacea et les Cassidulinacea.

Cette superfamille correspond ainsi à des formes trochospirales à sub-planispirales, à la paroi du test bilamellaire et constituée de calcite à structure granuleuse ou radiale, dépourvues de structures internes ou de recloisonnement. Il s'agit de formes benthiques.

Famille OSANGULARIIDAE LOEBLICH et TAPPAN, 1964

Genre GLOBOROTALITES BROTZEN, 1942

(= CONOROTALITES KAEVER, 1958)

En 1958, KAEVER a créé un nouveau genre, Conorotalites (espèce-type : Globorotalites bartensteini aptiensis BETTENSTAEDT, 1952) pour des Globorotalites du Crétacé inférieur qui différeraient de l'espèce-type (Globorotalia multisepta BROTZEN, 1936) et des formes du Crétacé supérieur en général, par un détail du dispositif apertural, par une structure du test plus grossièrement granuleuse et par des pores de plus grandes dimensions. Chez Globorotalites un "bipartitor" séparerait l'ouverture ventrale en deux parties distinctes, l'une ombilicale, l'autre interiomarginale, alors qu'un tel dispositif serait absent chez Conorotalites.

Or, selon LOEBLICH et TAPPAN (1964), l'ouverture serait identique chez les deux genres, et qui plus est indivise : la séparation ne serait qu'apparente et due à la prolongation sous l'ouverture d'une indentation de la base de la face aperturale de la loge ("muris reflectus"). Mais après avoir ainsi invalidé le principal critère retenu par KAEVER, le seul qui aurait pu à la rigueur avoir une valeur générique puisqu'il est relatif à l'ouverture, ces auteurs,

par une étrange aberration, conservent les deux genres qu'ils ne différencient.... que par le degré de finesse de la perforation du test !

Personnellement, je suis d'avis de mettre Conorotalites en synonymie avec Globorotalites; les légères différences qui les séparent, du moins celles qui paraissent établies, ne relèvent sans doute que de discrets phénomènes évolutifs à l'intérieur d'une même lignée.

De même que les populations d'Allemagne du Nord, les populations vocontiennes (si tant est que l'on puisse parler de populations en ce qui concerne les formes du Barrémien, surtout sous faciès organo-détritique, où les représentants de ce genre ne sont jamais bien nombreux) sont affectées de "glissements" phylogénétiques prolongés, fort gênants, phénomène d'autant plus regrettable qu'au Barrémien, en dehors des Globorotalites, il existe assez peu de Foraminifères significatifs sur le plan stratigraphique.

Ainsi, en particulier, les trois sous-espèces de G. bartensteini BETTENSTAEDT (regroupées en deux espèces par KAEVER (1961) et même en une seule par HOFKER (1957)) sont reliées entre elles par de nombreux intermédiaires, de sorte qu'en certains niveaux la proportion de formes de passage rend délicate une quelconque détermination et qu'il subsiste toujours une forte marge d'approximation dans la définition de coupures stratigraphiques éventuelles.

Globorotalites bartensteini BETTENSTAEDT, 1952

- 1952 - Globorotalites bartensteini, BETTENSTAEDT, Stratigr. Foraminif. Barrême Northwest-deutschland, p. 277-279 (pars = pl. 3 fig. 30 et 31, non fig. 32).
- 1952 - Globorotalites ouachensis, SIGAL, Micropaléont. Crétacé, p. 19, fig. 14.
- 1952 - Globorotalites djaffaensis, SIGAL, ibid., p. 19, fig. 15.
- 1961 - Conorotalites bartensteini (BETTENSTAEDT); KAEVER, Morphol. Taxion. Biostratigr. Globorotalites u. Conorotalites, p. 403-406, pl. 18 fig. 1, pl. 20 fig. 3.
- v 1962 - Globorotalites bartensteini bartensteini BETTENSTAEDT; FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, Microfoss. Crétacé inf. vocontien, p. 221, pl. 1 fig. 8-9, pl. 3 fig. 22-23.
- v 1962 - Globorotalites bartensteini intercedens BETTENSTAEDT; FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, ibid., p. 221-222, pl. 3 fig. 24-25.

KAEVER met en synonymie les deux premières sous-espèces de BETTENSTAEDT, à juste titre semble-t-il. En effet, le plus souvent, il est malaisé de différencier les deux types, qui offrent un large éventail de variation et sont reliés par de nombreuses formes de transition. En outre, ils apparaissent pratiquement au même moment et possèdent une répartition stratigraphique à peu près identique.

On peut ainsi grouper sous cette appellation les formes à face dorsale plane ou légèrement concave, à face ventrale présentant, vue de profil, un apex arrondi très émoussé, et dont l'angle de raccordement entre la face dorsale et la face latérale de la dernière loge est égal ou un peu inférieur à 90°.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Barrémien - Aptien inférieur, avec une fréquence toujours assez faible.

Globorotalites aptiensis BETTENSTAEDT, 1952

- 1952 - Globorotalites bartensteini, BETTENSTAEDT, op. cit., p. 277-279 (pars = pl. 3 fig. 32, non fig. 30 et 31).
1961 - Conorotalites aptiensis (BETTENSTAEDT); KAEVER, op. cit., p. 406-407, pl. 18 fig. 2, pl. 20 fig. 4.
v 1962 - Globorotalites bartensteini aptiensis BETTENSTAEDT; FLANDRIN, MOULLADE, PORTHAULT, op. cit., p. 222, pl. 3 fig. 26-27.

Cette espèce se différencie de la précédente essentiellement par l'aspect résolument conique, acuminé, de la face ventrale vue de profil, avec un angle de raccordement entre la face ventrale et la face latérale de la dernière loge voisin de 45° ou à peine supérieur; la face dorsale apparaît en outre plus ou moins bombée selon les individus.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : du Barrémien supérieur à l'Albien initial, avec une fréquence faible à modérée.

Globorotalites sp., aff. aptiensis BETTENSTAEDT, 1952

pl. 7 fig. 1-4

Je désigne par cette appellation une forme voisine de G. aptiensis et qu'il est assez souvent malaisé de distinguer de cette dernière par des critères décisifs, mais qui possède une répartition stratigraphique différente, puisqu'elle n'apparaît qu'à l'Albien supérieur et semble se poursuivre jusque dans le Cénomanien.

Typiquement, elle diffère de G. aptiensis par un profil en forme de cône nettement tronqué à son apex parallèlement à la face dorsale, qui est toujours plane, par un ombilic ventral mieux développé, et accessoirement par un pincement périphérique plus marqué au raccordement des deux faces.

Malheureusement, si ce type apparaît dominant, on rencontre également dans les mêmes niveaux des formes qui se rapprochent beaucoup plus de G. aptiensis, bien que la constance de certains caractères distinctifs mineurs (tels que le degré de développement de l'ombilic et la planéité de la face dorsale) semble malgré tout acquise. En observant des populations, on éprouve indiscutablement l'impression qu'il s'agit d'une autre espèce, bien qu'elle soit morphologiquement très voisine, mais dans le détail l'on a parfois quelques difficultés à confirmer rationnellement cette impression.

Il ne semble pas que mes exemplaires relèvent de G. brotzeni HOFKER, 1957, de l'Albien supérieur de Hollande, espèce que KAEVER met en synonymie, peut-être à tort, avec G. aptiensis. HOFKER indique qu'il s'agit d'une forme voisine de G. aptiensis, mais qu'elle en diffère par un test plus bas, par un ombilic distinct et assez large, par une face dorsale toujours plane : toutes ces caractéristiques pourraient également s'appliquer à mon espèce albienne; cependant l'auteur a observé 7 à 8 loges au dernier tour chez G. brotzeni, tandis que mes exemplaires possèdent toujours le même nombre de loges que G. aptiensis, soit 5-6.

Une comparaison directe avec du matériel provenant de Hollande se révèle nécessaire, pour juger à la fois de la validité intrinsèque de G. brotzeni et de ses affinités avec les formes de l'Albien supérieur et du Vraconien vocontiens.

Ces dernières ressemblent également quelque peu aux Globorotalites du groupe subconicus MORROW - turonicus KAEVER, mais ceux-ci apparaissent nettement plus tard dans la série stratigraphique.

Il est donc possible qu'il s'agisse là d'une forme inédite, mais je ne puis me résoudre à ériger un nouveau taxon sur la foi de disparités somme toute assez peu tranchées, parfois même incertaines, et d'une répartition stratigraphique différente, sans avoir pu effectuer de comparaison avec le matériel-type des espèces voisines.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Albien supérieur - Vraconien.

G. sp., aff. aptiensis semble également se poursuivre au Cénomanien (études en cours de B. PORTHAULT).

Genre GAVELINELLA BROTZEN, 1942

(= PSEUDOVALVULINERIA BROTZEN, 1942)

(Chapitre réalisé avec la collaboration de Mlle Madeleine MALAPRIS, Université de Dijon).

D'éventuelles relations phylétiques entre les genres Globorotalites et Gavelinella (suggérées par des phénomènes d'analogie morphologique, à l'Hauterivien terminal, entre Globorotalites bartensteini BETT. et Gavelinella sigmoicosta DAM), et la dérivation probable du genre Osangularia à partir de certaines Gavelinelles (voir ci-dessous), nous autorisent à réunir ces trois entités génériques dans la famille des Osangulariidae LOEBLICH et TAPPAN, 1964.

Ces auteurs intègrent le genre Gavelinella à la famille des Anomalinidae CUSHMAN, 1927 (= Gavelinellidae HOFKER, 1956) mais nos propres recherches nous conduisent à l'en exclure et à le transférer dans une famille avec laquelle il montre des affinités plus étroites.

La présente étude ne constitue qu'un premier inventaire, avant tout descriptif, des

Gavelinelles vocontiennes, et nous avons souvent évité de prendre dès maintenant définitivement parti sur le plan de la transcription nomenclaturale (1). Les populations mésogéennes représentent un stock très différent des formes boréales du bassin anglo-parisien, qui font actuellement l'objet d'une révision détaillée de la part de l'un d'entre nous (M. MALAPRIS), et il nous a en particulier souvent été difficile de situer nombre d'espèces inventoriées dans le Sud-Est de la France par rapport aux diverses catégories génériques et subgénériques récemment définies pour les populations de l'Albien de l'Aube.

De nouvelles recherches approfondies paraissent encore nécessaires avant de pouvoir décider, par exemple, si le stock vocontien qui gravite autour du concept "barremiana" mérite d'être isolé au moins sub-génériquement. Nous avons donc pour le moment conservé les dénominations consacrées par l'usage.

De même que pour les représentants du genre Globorotalites, l'étude des Gavelinelles vocontiennes est compliquée par l'existence, chez ce groupe, surtout à partir de l'Albien, d'un polymorphisme intense, dû à une stabilisation imparfaite ou momentanée des caractères et à des phénomènes probables de convergence morphologique. Les enchaînements phylogénétiques se révèlent également d'une interprétation délicate, malgré l'important avantage offert par les conditions d'affleurement en fosse vocontienne, à savoir la possibilité d'un incessant contrôle stratigraphique des prélèvements.

Nous avons dû limiter la figuration, dans le cadre précis de ce mémoire élaboré en premier lieu à des fins d'utilisation pratique, aux seules espèces stables et bien définies qui entrent dans le schéma de biozonation micropaléontologique du Crétacé inférieur vocontien. Nous nous proposons cependant de reprendre ultérieurement l'étude de ce groupe, plus en détail et d'un point de vue plus spéculatif.

Sous-genre GAVELINELLA BROTZEN, 1942

Gavelinella (Gavelinella ?) sigmoicosta (DAM, 1948)

pl. 7 fig. 16 à 19

1948 - *Anomalina sigmoicosta*, DAM, Foraminif. Middle Neocom. Netherlands, Journ. Paleont., vol. 22, p. 189, pl. 32 fig. 23-24.

1952 - *Cibicides djaffaensis*, SIGAL, Micropaléont. Crétacé, p. 14, fig. 5.

1962 - *Gavelinella ? sigmoicosta* (DAM); BARTENSTEIN, in Leitfossilien der Mikropaläont., p. 271-272, pl. 37 fig. 6, pl. 38 fig. 12.

(1) en particulier au sujet de Gavelinella flandrini MOULLADE et de G. barremiana BETTENS-TAEDT, qui pourraient (surtout la première) appartenir au nouveau genre (ou sous-genre ?) Lingulogavelinella MALAPRIS, 1965.

Description :

Test au contour subcirculaire, plutôt lobé, montrant 8 loges au dernier tour, à l'enroulement dissymétrique. Face dorsale évolutive plane à plan-concave, face ventrale involute, convexe, renflée, ombiliquée (essentiellement par suite d'un certain surplomb adombilical des loges). Le profil est épais et d'allure triangulaire, à cause d'une accélération rapide du renflement ventral des loges, proportionnellement encore plus accentué pour la loge terminale. La dilatation prépondérante de la dernière loge se révèle d'ailleurs comme un trait marquant de cette espèce.

Les sutures apparaissent légèrement déprimées et peu arquées sur la face ventrale; elles sont au contraire très arquées sur la face dorsale, et assez souvent bordées d'un léger ourlet qui se prolonge sur le bord externe de la loge. L'ouverture est ventrale, intériomarginale, et elle atteint la périphérie. Chez les dernières loges les languettes adombilicales sont moyennement développées et indépendantes, tandis que pour les premières loges du dernier tour elles se soudent entre elles, mais sans jamais former de "bourrelet spiral".

Dimensions moyennes : grand diamètre du test de l'ordre de 0,40 mm.

Rapports et différences :

Gavelinella sigmoicosta (DAM) diffère de G. barremiana BETTENSTAEDT, dont l'enroulement est également dissymétrique, par son test beaucoup plus dilaté, trapu, à la dernière loge très renflée.

Elle se distingue aussi de certains "variants extrêmes" de G. intermedia (BERTHELIN) (cf. MOULLADE, 1960, pl. 2 fig. 15-17) par un renflement encore plus accusé de la dernière loge et surtout par son enroulement dissymétrique, avec une face dorsale nettement évolutive.

Remarques :

L'assimilation de nos populations vocontiennes avec les formes d'Afrique du Nord (= Cibicides djaffaensis (SIGAL) et avec celles d'Allemagne du Nord (Gavelinella ? sigmoicosta, sensu BARTENSTEIN) paraît tout-à-fait fondée. A l'identité morphologique s'ajoute le critère d'une même répartition stratigraphique.

Il subsiste par contre une légère incertitude concernant l'identification de toutes ces formes avec l'espèce du Néocomien de Hollande décrite par DAM, à cause des figurations insuffisantes de l'auteur (absence d'une vue en profil) et d'une diagnose assez peu explicite. DAM indique cependant que son espèce possède un test presque plan-convexe, avec une face dorsale aplatie et aux sutures épaissies, une face ventrale convexe et à l'ombilic fortement déprimé; toutes ces caractéristiques s'appliquent également assez bien à nos formes. D'autre part si BARTENSTEIN semble avoir hésité en ce qui concerne l'attribution générique, il n'a apparemment pas éprouvé le moindre doute sur l'analogie entre les formes d'Allemagne du Nord (identiques aux nôtres) et l'espèce de DAM.

De même que BARTENSTEIN nous avons pu constater l'existence d'une relative convergence morphologique entre certains représentants assez plats de Globorotalites bartensteini (subsp. bartensteini, sensu BETTENSTAEDT) et quelques individus relevant de Gavelinella sig-

moicosta. Une observation attentive permet cependant toujours la séparation, du fait que chez Globorotalites bartensteini le surplomb ombilical des premières loges du dernier tour se révèle plus accusé, de même que l'importance de la dépression ombilicale. Chez les exemplaires bien conservés les différences aperturales conduisent également à une distinction rapide et aisée des deux formes.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Hauterivien terminal à Barrémien inférieur inclus. Fréquence irrégulière, jamais très élevée.

Gavelinella (Gavelinella ?) barremiana BETTENSTAEDT, 1952

pl. 7 fig. 7-8

- 1952 - *Gavelinella barremiana*, BETTENSTAEDT, Stratigr. Foraminif. Barrême Nordwest-deutschl., p. 275-276, pl. 2 fig. 26-29.
1952 - *Discorbis djaffaensis*, SIGAL, Micropaléont. Crétacé, p. 17, fig. 13.
v 1960 - *Gavelinella barremiana* BETTENSTAEDT; MOULLADE, Foraminif. Crétacé inf. Baronies, p. 137, pl. 2 fig. 6-8.
1962 - *Gavelinella barremiana* BETTENSTAEDT; BARTENSTEIN, in Leitfossilien der Mikropaläont., p. 282, pl. 37 fig. 7, pl. 39 fig. 5.

Description :

Test à l'enroulement dissymétrique, au contour subquadrangulaire, lobé, montrant 7 à 9 loges au dernier tour. Face dorsale évolutive, plane à plan-concave. Face ventrale presque complètement involutive, faiblement convexe, avec une dépression ombilicale peu marquée. De profil le test apparaît fortement comprimé. Sutures déprimées sur les deux faces, et très arquées en arrière. En vue latérale la dernière loge se caractérise par des dimensions nettement prédominantes, comparativement aux loges qui la précèdent.

Les languettes adombilicales des loges sont moyennement développées et indépendantes : même chez les premières loges du dernier tour elles n'apparaissent qu'imparfaitement soudées. Leur développement modéré, et sans doute le fait qu'elles ne soient pas toujours conservées dans leur intégrité par suite des conditions de fossilisation, permettent que l'on décèle une légère partie de l'enroulement interne même sur la face ventrale.

Plusieurs sections minces pratiquées sur des spécimens vocontiens de G. barremiana révèlent une structure du test typiquement bilamellaire.

Dimensions moyennes : grand diamètre de l'ordre de 0,50 mm.

Remarque :

Il faut noter (cf. BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT, BOLLI, 1957; MOULLADE, 1960), chez les représentants mésogéens de l'espèce, une prédominance marquée des formes à face dorsale plane ou plan-concave et à face ventrale convexe. Au contraire, chez les formes boréales (ex. Allemagne du Nord) prédominent les individus à face dorsale convexe et à face

ventrale plane ou plan-concave. Les autres caractères demeurent cependant trop semblables pour que l'on sépare ces deux tendances.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Barrémien supérieur à Gargasien inférieur, avec une fréquence généralement assez élevée.

Gavelinella (Gavelinella ?) sp., aff. barremiana BETTENSTAEDT, 1952

Nous attribuons cette dénomination à un ensemble dont le polymorphisme relatif doit probablement correspondre à un certain polyphylétisme, et qui groupe de petites formes (aux dimensions moyennes de l'ordre de 0,25/0,30 mm, pour le grand diamètre), faiblement représentées durant le Barrémien entier et devenant rarissimes à l'Aptien inférieur, où elles disparaissent.

Le plus souvent elles rappellent Gavelinella barremiana par leur allure générale, mais en diffèrent par leur taille plus réduite et par un nombre plus élevé de loges (10 à 11). De plus la dernière loge ne montre pas par ses dimensions une prépondérance aussi marquée. Enfin les sutures apparaissent un peu moins arquées et le contour du test est légèrement moins lobé.

En fait on constate un certain "flottement" dans les caractéristiques de cette "espèce" qui ne semble stabilisée à aucun moment de son existence. On peut dire que la plupart de ses représentants montrent en gros les caractères de G. barremiana, mais en moins accusé (profil dissymétrique; face dorsale évolutive, généralement plane; face ventrale plus involutive, plutôt bombée, plus ou moins légèrement ombiliquée, etc....).

Cependant un certain nombre d'individus s'en éloignent au point d'offrir plus d'affinités avec Gavelinella flandrini, forme gargasienne, grâce à un profil moins dissymétrique en particulier; ils en diffèrent malgré tout par la taille, le nombre des loges, et l'aspect plus évolutive de la face dorsale. Enfin de nombreux exemplaires montrent des languettes adombilicales assez bien développées, venant même jusqu'à masquer le centre de la face ventrale.

Il semble que nous soyons là en présence d'un stock non fixé, aux importantes potentialités évolutives, dont dériveraient à certains moments des espèces beaucoup plus stables, telles que G. barremiana et G. flandrini.

Gavelinella (Gavelinella ?) flandrini MOULLADE, 1960

v 1960 - Gavelinella flandrini, MOULLADE, Foraminifères Crétacé inf. Baronnies, p. 137-138, pl. 2 fig. 10 à 14.

Description :

Test à l'enroulement presque symétrique, au contour subcirculaire, encore assez lobé, montrant 8 à 9 loges au dernier tour. Les deux faces, légèrement évolutes, apparaissent faiblement convexes, l'une pouvant l'être un peu plus que l'autre; le plus souvent la face dorsale est la plus bombée. Les deux faces montrent également chacune une légère dépression centrale. En profil le test apparaît subsymétrique et le rebord périphérique des loges se révèle arrondi. Les sutures sont déprimées et arquées; la dernière offre parfois une allure légèrement sigmoïdale, par suite d'un rebroussement en forme de chevron sur le dos arrondi du test. Une caractéristique relativement fréquente chez G. flandrini réside dans le développement assez important des languettes adombilicales, qui n'arrivent cependant jamais à masquer complètement la surface ombilicale.

Plusieurs sections minces ne nous ont pas apporté de données vraiment décisives quant à la structure du test chez cette espèce, probablement à cause de phénomènes secondaires de recristallisation. Il semble toutefois qu'on puisse la considérer comme étant bilamellaire mais peu typique. De nouvelles recherches sont en cours à ce sujet.

La description qui vient d'être donnée correspond aux exemplaires gargasiens de l'espèce. Dès le sommet du Gargasien, et à l'Albien inférieur surtout, on ne rencontre plus guère que des exemplaires atypiques, de taille plus élevée (0,50 mm et plus, au lieu de 0,35/0,40 mm); possédant toujours un test assez comprimé, avec 9 loges au dernier tour, dont la face ventrale tend à devenir plane et même parfois concave. En coupe ces formes montrent une structure du test typiquement bilamellaire. G. flandrini semble donc n'être une espèce stable que durant un certain laps de temps dans le Gargasien.

Remarques :

Nous n'avons pas inclus l' "Anomalina D 10" de HECHT (1938) (= Gavelinella cf. barremiana BETT. in BARTENSTEIN, 1952, Leitfossilien..., p. 285) dans la synonymie de Gavelinella flandrini, bien que les deux formes présentent une ressemblance certaine, faute d'avoir pu comparer directement les spécimens-types; nous avons été également arrêtés par le fait que BARTENSTEIN signale chez "Anomalina D 10" la présence d'un "Spiralknopf".

D'autre part l'exemplaire figuré (pl. 39, fig. 8) par l'auteur révèle l'existence de languettes adombilicales, alors que celui de la pl. 37, fig. 8, n'en possède apparemment pas. Il semblerait en fait que les individus figurés par BARTENSTEIN correspondissent beaucoup mieux à nos formes albiennes atypiques qu'aux exemplaires gargasiens.

Rapports et différences :

Gavelinella flandrini MOULLADE se distingue de G. barremiana BETT. par sa taille plus faible, par son profil subsymétrique, relativement plus épais et au rebord plus arrondi, par la dissymétrie moins accusée de l'enroulement des deux faces et par ses sutures moins nettement arquées. Enfin G. flandrini présente souvent un développement plus important des languettes adombilicales. Par ce dernier caractère, ainsi que par son profil plus comprimé, plus symétrique, elle diffère également de G. intermedia (BERTHELIN).

G. flandrini paraît très proche d'Anomalina stellata BUKALOVA par sa taille et par le développement des languettes adombilicales. Toutefois cette dernière s'en distingue par sa face dorsale plus involute et par son aspect plus dissymétrique.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Apparue au Gargasien inférieur, Gavelinella flandrini s'éteint à l'Albien inférieur, avec une fréquence de représentation toujours assez forte.

Sous-genre BERTHELINA MALAPRIS, 1965

Gavelinella (Berthelina) intermedia (BERTHELIN, 1880)

pl. 7 fig. 5-6

- v 1880 - *Anomalina intermedia*, BERTHELIN, Foraminif. Albien Montcley, p. 67, pl. 4 fig. 14.
- v 1880 - *Anomalina complanata* REUSS; BERTHELIN, *ibid.*, p. 66-67, pl. 4 fig. 12-13.
- V 1960 - *Gavelinella intermedia* BERTHELIN; MOULLADE, Foraminif. Crétacé inf. Baronnie, p. 138-140, pl. 2 fig. 15-17.
- v 1965 - *Gavelinella (Berthelina) intermedia* (BERTHELIN); MALAPRIS, *Gavelinellidae* Albien, Aube, p. 138-139, pl. 1-2.

Nous ne reprendrons pas dans cet ouvrage une description détaillée de l'espèce de BERTHELIN, qui a fait récemment l'objet d'une révision exhaustive de la part de l'un de nous (M. MALAPRIS). Nous voulons cependant insister sur le bien-fondé de l'assimilation des formes vocontiennes à cette espèce, typiquement représentée dans les régions boréales. En effet les figurations données jusqu'à présent (MOULLADE, 1960; FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, 1962) auraient pu laisser subsister quelque doute à ce sujet.

Si, d'une manière générale, les échantillons vocontiens présentent quand même de légères différences avec les formes du Nord, la disparité pourrait paraître artificiellement plus accentuée, du fait que les figurations ne concernent que des exemplaires très atypiques par leur test fortement dilaté. Il s'agit là de variants extrêmes d'une lignée polymorphe, auxquels l'un de nous (M. MOULLADE) restreignait sa conception de l'espèce.

Les formes plus typiques, rappelant celles de l'Albien de l'Aube par exemple, sont également représentées en fosse vocontienne. Retenons, cependant, qu'en cette dernière région Gavelinella intermedia se rencontre avec un test plus dilaté et souvent plus nettement plan-convexe.

G. (Berthelina) intermedia montre les caractères du sous-genre Berthelina de manière assez tranchée. La face ventrale est toujours bombée, la dépression ombilicale très peu développée, souvent absente. Les languettes adombilicales des dernières loges sont réduites, parfois même rudimentaires, dans la mesure cependant où elles n'ont pas été brisées lors de la fossilisation. Celles des premières loges, en se soudant entre elles, tendent à former un "bourrelet spiral".

La face dorsale est presque involute, la face ventrale, à peine plus évolutive. Les sutures des loges, légèrement sigmoïdes sur la face ventrale, sont assez peu arquées sur la face dorsale. Elles apparaissent d'abord limbées entre les premières loges du dernier tour, déprimées ensuite.

Les sections minces pratiquées sur les exemplaires vocontiens révèlent une structure du test nettement bilamellaire.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

G. (Berthelina) intermedia apparaît au Gargasien supérieur et se poursuit jusqu'au Vraconien basal, avec une fréquence relativement importante.

Gavelinella (Berthelina) sp., aff. berthelini (KELLER, 1935)

pl. 7 fig. 12-15

- ? 1935 - *Anomalina berthelini*, KELLER, Microfauna Kreide Dniepr-Donetz Beckens, p. 552 et p. 558, pl. 3 fig. 25-27.
non 1880 - *Anomalina complanata* REUSS; BERTHELIN, Foraminif. Albien Montcley, p. 66-67, pl. 4 fig. 12-13.
non 1947 - *Anomalina berthelini*, DAM, C.R. somm. Soc. Géol. France, p. 105.

Nous avons retenu sous cette appellation une forme de l'Albien vocontien, dont le test, d'assez grande taille, plutôt biconvexe et subsymétrique en profil, peu comprimé, avec périphérie aigüe, montre 10 à 12 loges au dernier tour.

Le contour apparaît presque circulaire, non lobé. La face dorsale est complètement involute, la face ventrale, le plus souvent convexe, est plus évolutive (un tour et demi de l'enroulement visible) et montre un "bourrelet spiral" bien développé, par suite d'une fusion totale des languettes adombilicales, réalisée pratiquement même pour les dernières loges. On ne voit également pas de dépression ombilicale. Cette forme représente donc un stade d'évolution très avancé dans l'acquisition des caractères propres au sous-genre Berthelina.

Elle diffère de G. (Berthelina) intermedia (BERTH.) par un profil plus symétrique, par un nombre de loges au dernier tour plus élevé et par des caractères de Berthelina plus accusés. Nous ignorons en fait tout de ses relations éventuelles avec Anomalina berthelini (KELLER, du Cénomaniens de Russie, n'ayant pu effectuer de comparaison directe entre les deux matériels.

Notre attribution provisoire est uniquement fondée sur des analogies morphologiques décelées d'après les figurations et ne constitue qu'un artifice d'écriture; plutôt que d'ériger une nouvelle espèce, nous préférons laisser momentanément cette forme vocontienne en nomenclature ouverte, en attendant de procéder à de plus amples investigations.

Répartition stratigraphique : apparue dans l'Albien inférieur, G. sp., aff. berthelini (KELLER) s'éteint à la base du Vraconien. Fréquence irrégulière.

Gavelinella (Berthelina) sp., aff. complanata (REUSS, 1851)

1851 - Anomalina complanata, REUSS, Foraminif. Kreidemergels Lemberg, p. 36, pl. 4 fig. 3 a-c.

Cette dénomination également provisoire concerne des formes de l'Albien déjà élevé, qui rappellent un peu G. flandrini par leur allure générale mais en diffèrent par un certain nombre de caractères importants. Il s'agit de Gavelinelles d'assez grande taille, possédant de nombreuses loges au dernier tour (12 en moyenne), au test comprimé, présentant un contour moins lobé que chez G. flandrini-type.

La face dorsale est évolutive, légèrement plus plane que la face ventrale, elle-même doucement convexe et presque involutive, d'où une dissymétrie marquée dans l'enroulement. La face ventrale montre des languettes adombilicales très courtes; l'on note également la présence d'un léger "bourrelet spiral", ainsi que le faible développement de la dépression ombilicale.

G. sp., aff. complanata montre donc un stade d'évolution à peu près similaire à celui de G. intermedia en ce qui concerne les caractéristiques propres au sous-genre Berthelina. Elle diffère cependant de cette dernière espèce par son test plus comprimé, par un plus grand nombre de loges, des sutures plus arquées et une dissymétrie d'enroulement plus marquée.

Sporadiquement, à divers niveaux stratigraphiques, il apparaît parmi les populations de G. (Berthelina) sp., aff. complanata, quelques exemplaires au test encore plus comprimé, très évolutives dorsalement et avec un nombre de loges encore plus élevé (14 à 15). L'aspect de ces mutants correspond alors tout-à-fait à celui de Gavelinella (Berthelina) complanata (REUSS) (non BERTHELIN), espèce décrite du Crétacé supérieur de Pologne.

Répartition stratigraphique : G. (Berthelina) sp., aff. complanata apparaît à l'Albien moyen et s'éteint au Vraconien supérieur; fréquence de répartition irrégulière.

Genre OSANGULARIA BROTZEN, 1940

(Chapitre réalisé avec la collaboration de Mlle M. MALAPRIS, Université de Dijon).

"Osangularia" sp., aff. brotzeni (GANDOLFI, 1942)

pl. 7 fig. 9-11, fig. texte n° 2

? 1942 - Conorbina brotzeni, GANDOLFI, Ricerche micropaleont. Scaglia Balerna, p. 91-92,

fig. 27 p. 91.

v 1962 - *Discorbis minimus* VIEAUX; FLANDRIN, MOULLADE, PORTHault, Microfoss. Crétacé inf. vocont., p. 220, pl. 3 fig. 7-10.

v 1965 - *Gavelinella* ? cf. *minima* (VIEAUX); MOULLADE, Zonat. micropaléont. Apt. Alb. vocont., p. 48 et in tableau p. 49.

Description :

Test trochospiralé, au contour subcirculaire, lobé, montrant 8 à 9 loges au dernier tour. En profil la section apparaît plutôt comprimée, tranchante à la périphérie, d'allure assez variable, allant de convexo-concave à biconvexe. D'une manière générale la face dorsale, nettement évolutive, se révèle toujours plus ou moins bombée, la face ventrale, complètement involute, peut être (rarement) légèrement concave mais le plus souvent elle est doucement convexe, avec une dépression ombilicale modérément développée.

Sur les deux faces les sutures se montrent fortement arquées en arrière; déprimées sur la face ventrale, elles sont soulignées par une légère côte pour les premiers tours et pour les premières loges du dernier tour de la face dorsale.

La dernière loge apparaît nettement prédominante en vue latérale, rappelant un peu par son allure la loge terminale caractéristique de *Gavelinella barremiana* BETT. Cependant l'ouverture n'est pas celle du genre *Gavelinella*; il n'y a pas de languettes adombilicales et seule l'ouverture de la dernière loge reste ouverte : il s'agit d'une longue fente intériomarginale, allant de la périphérie à l'ombilic. Près de la périphérie, mais en position déjà ventrale, cette fente offre une petite encoche arquée, que l'on peut interpréter comme l'amorce d'un diverticule aréal de l'ouverture principale (fig. 2).

Une telle interprétation se révèle d'autant plus plausible qu' "*Osangularia*" sp., aff. *brotzeni* semble relayée phylogénétiquement à l'Albien supérieur par une forme voisine (qui annonce elle-même *Osangularia cheniourensis* (SIGAL), espèce vracono-cénomaniennne), actuellement à l'étude, et chez laquelle un tel diverticule aréal se montre plus accusé, au point même parfois de s'isoler en une partie indépendante, séparée de l'ouverture principale. Ce dispositif apertural est caractéristique du genre *Osangularia* et il semble donc qu'avec "*Osangularia*" sp., aff. *brotzeni* nous en ayons décelé la souche.

Par ses caractères aperturaux cette espèce, qui n'est plus une *Gavelinella*, n'est pas encore une véritable *Osangularia*. Elle pourrait être reliée aux Gavelinelles par l'intermédiaire d'une forme du Gargasien supérieur vocontien, non décrite, d'ailleurs très rare et assez peu stable, qui rappelle *Gavelinella barremiana* par son allure générale mais en diffère par son test très fortement comprimé, diaphane de par sa minceur extrême.

Cette Gavelinelle "ultra-plate" montre le plus souvent une ouverture classique, du type de *G. barremiana*, et des languettes adombilicales moyennement développées. Nous avons cependant pu observer chez l'ouverture de quelques exemplaires l'amorce d'une encoche aperturale analogue au dispositif découvert chez nos "*Osangularia*". On peut donc raisonnablement envisager la possibilité d'une filiation entre les Gavelinelles du Crétacé inférieur et les véritables *Osangularia*, à l'aide de plusieurs relais, possibilité qui nous a autorisés à intégrer le genre *Gavelinella* à la famille des *Osangulariidae*.

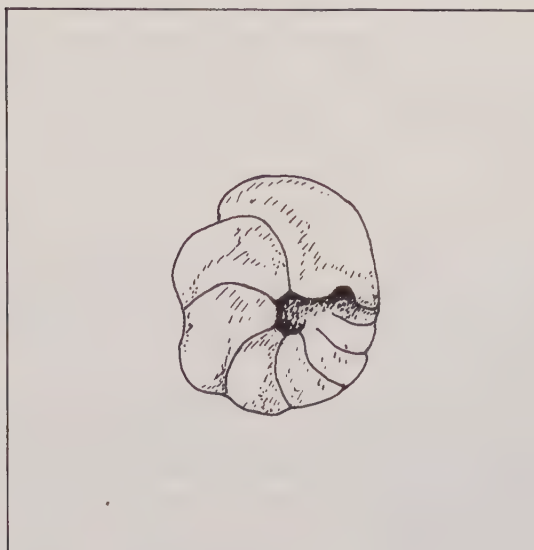


Fig. 2 - "Osangularia" sp., aff. brotzeni (GANDOLFI).
Exemplaire (n° 50 163) de l'Albien moyen,
col de Palluel près Moydans, particulièrement
caractéristique au point de vue apertural.

L'identification spécifique des "Osangularia" vocontiennes présente quelques difficultés. Il semble exclus désormais de les rapporter au Discorbis minimus de VIEAUX, qui doit être une Gavelinelle. L'auteur signale d'ailleurs chez son espèce la présence d' "umbilical flaps", dispositif qui n'est pas réalisé chez nos formes.

Elles paraissent voisines de la Conorbina brotzeni de GANDOLFI (1942), mais nous n'avons pu nous résoudre à une identification totale, du fait que cette dernière ne possède que de 3 à 5 loges (6 même si l'on en juge d'après certaines figurations de l'auteur) et paraît dotée d'une convexité dorsale plus importante. Nous avons donc pris le parti de rapporter provisoirement nos formes à l'espèce de GANDOLFI, en attendant d'avoir pu effectuer les comparaisons directes nécessaires.

Elles ressemblent aussi à l'Anomalina hostaensis de MOROZOWA (1948), de même qu'à un certain nombre d'espèces décrites par REUSS (Rosalina schlönbachi, Rotalia schlönbachi, Rotalia umbonella, etc...). L'imprécision des descriptions et des figurations nous empêche de conclure définitivement, en quelque sens que ce soit. Dans l'attente de la révision de types ou de topotypes de toutes ces espèces, nous avons préféré laisser cette intéressante forme vocontienne en nomenclature ouverte.

Dimensions moyennes : grand diamètre de l'ordre de 0,40 à 0,50 mm.

Répartition stratigraphique : Albien inférieur et moyen, avec une fréquence modérée.

Superfamille GLOBIGERINACEA
CARPENTER, PARKER & JONES, 1862

La classification suivie dans cet ouvrage pour les formes éocétacées de cette superfamille est inspirée, avec quelques retouches, de celle que je proposai en 1964 (1), qui diverge de celle qu'adoptent LOEBLICH et TAPPAN dans leur traité.

Nos deux classifications sont en effet fondées sur des conceptions dissemblables de la hiérarchisation des critères : à mon avis des critères trop ténus ou même discutables sont surestimés par ces auteurs. Un constant décalage d'appréciation les conduit ainsi à pulvériser le groupe et à multiplier abusivement les taxons (8 familles, 13 sous-familles, 60 genres, pour l'ensemble de la superfamille !).

Les deux tableaux présentés ci-dessous concrétisent les différences de conception.

J'ai personnellement retenu comme critères de valeur générique ou supra-générique, pour ma classification :

- le mode d'enroulement du test,
- la nature et la position de l'ouverture principale,
- la présence d'ouvertures supplémentaires (ventrales ou dorsales),
- la carène,
- la présence de loges prolongées par des épines,

Notons enfin qu'avec les Globigerinacea est abordé un groupe particulièrement important pour les études de micropaléontologie stratigraphique, même dès le Crétacé inférieur, du moins à partir du Barrémien.

Leur mode de vie, planctonique, ainsi qu'un fort taux évolutif confèrent en effet à ces formes une grande valeur; elles permettent, par exemple, de subdiviser chronostratigraphiquement l'Aptien supérieur, en fosse vocontienne, d'une manière beaucoup plus fine et plus précise qu'avec les Ammonites.

(1) "Pour une simplification de la taxinomie des Foraminifères appartenant à la superfamille des Globigerinacea". C.R. som. Séances Soc. Géol. France, p. 58-60.

Classification de la superfamille Globigerinacea, selon M. MOULLADE
 (la famille des Heterohelicidae en est exclue, étant intégrée aux Buliminacea)

Familles	Sous-familles	Genres et sous-genres
GLOBOTRUNCANIDAE	Hedbergellinae	Hedbergella Clavihedbergella
	Rotaliporinae	Ticinella Rotalipora
	Globotruncaninae	Praeglobotruncana Globotruncana
HANTKENINIDAE	Hantkenininae	Hantkenina Cribrohantkenina Schackoina
	Planomalinae	Planomalina Globigerinelloides Hastigerinoides
	Hastigerininae	Hastigerina
GLOBIGERINIDAE	Globigerininae	Globigerina Globigerinoides Hastigerinella Sphaeroidinella Orbulina Candeina
	Globorotaliinae	Globorotalia Turborotalia Truncorotaloides

Classification de la superfamille Globigerinacea, selon A.R. LOEBLICH et H. TAPPAN
(Treatise on Invertebrate Paleontology (C) Protista 2, p. 652-678)

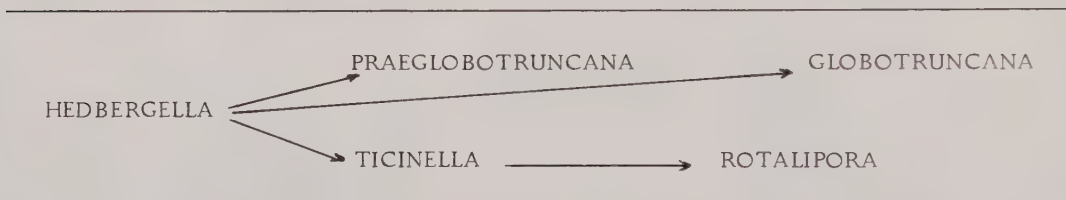
Familles	Sous-familles	Genres et sous-genres
HETEROHELICIDAE	Guembelitrinae	Guembelitria Gubkinella Guembelitriella Woodringina
	Heterohelicinae	Heterohelix Bifarina Chiloguembelina Gublerina Planoglobulina Pseudoguembelina Pseudotextularia Racemiguembelina
PLANOMALINIDAE		Planomalina Biglobigerinella Globigerinelloides Hastigerinoides
SCHACKOINIDAE		Schackoina Leupoldina
ROTALIPORIDAE	Hedbergellinae	Hedbergella Clavihedbergella Praeglobotruncana
	Rotaliporinae	Rotalipora Ticinella
GLOBOTRUNCANIDAE		Globotruncana Abathomphalus Plummerita Rugoglobigerina Trinitella

HANTKENINIDAE	Hastigerinae	Hastigerina Bolliella Clavigerinella Globanomalina
	Hantkeninae	Hantkenina Cribrohantkenina
	Cassigerinellinae	Cassigerinella
GLOBOROTALIIDAE	Globorotaliinae	Globorotalia Turborotalia
	Truncorotaloidinae	Truncorotaloides
GLOBIGERINIDAE	Globigerinae	Globigerina Beella Globigerinoides Globigerinopsis Globoconusa Globoquadrina Globorotaloides Hastigerinella Pulleniatina Subbotina
	Sphaeroidinellinae	Sphaeroidinella Sphaeroidinellopsis
	Orbulinae	Orbulina Candeina Globigerapsis Porticulasphaera
	Catapsydracinae	Catapsydrax Globigerinatella Globigerinatheka Globigerinita Globigerinoita Tinophodella

Famille GLOBOTRUNCANIDAE BROTZEN, 1942

Cette famille regroupe les représentants de la superfamille Globigerinacea qui possèdent un test trochospiralé, finement perforé, avec une ouverture ventrale "ombilicale - extra-ombilicale".

Par l'étude approfondie d'abondantes populations, suivies niveau par niveau en montant dans la série stratigraphique à partir du Barrémien, il m'a été possible de discerner les affinités et les liens phylétiques qui rapprochent les divers genres éo- et mésocrétacés de cette famille. En particulier, la lignée phylétique suivante a pu être établie :



. Le passage Hedbergella - Praeglobotruncana s'effectue au Vraconien, par l'apparition, chez certains exemplaires d'Hedbergella delrioensis, d'une convexité carénale et d'une légère voussure dorsale du test, menant à Praeglobotruncana delrioensis - P. stephani.

. La filiation Praeglobotruncana - Globotruncana, de même qu'un passage direct Hedbergella - Globotruncana, ont été observés au Cénomano-Turonien par B. PORTHAULT (études en cours).

. La liaison entre Hedbergella et Ticinella se réalise à deux reprises :

- Au Clansayésien on assiste à un "glissement" de certaines Hedbergella trocoidea vers Ticinella bejaouaensis, par l'apparition très progressive, avec de nombreux paliers, du dispositif apertural supplémentaire.

- Il est probable, mais non démontré encore de façon aussi positive, faute d'un matériel adéquat, que dans l'Albien le groupe de Ticinella primula s'isole génériquement à partir de populations d'Hedbergelles très voisines de T. primula sur le plan spécifique.

. Le passage de Ticinella à Rotalipora s'effectue lui aussi chez deux groupes de formes :

- A l'Albien supérieur des individus évolués de Ticinella praeticinensis, qui montrent déjà des loges un peu moins globuleuses que les premiers représentants de l'espèce, voient leur

légère convexité carénale s'accuser peu à peu et mènent ainsi à des formes proches de Rotalipora subticinensis puis, très vite, de R. ticinensis, possédant une carène non soulignée et des ouvertures supplémentaires encore très "ticinelliformes".

- De même chez Ticinella primula, lorsque cette espèce est très proche de son extinction (limite Albien-Vraconien), il apparaît des individus acquérant peu à peu une amorce de convexité périphérique qui va s'accuser de plus en plus, l'aspect "spécifique" demeurant celui du taxon "primula" (d'où fugitivement la présence de formes que l'on pourrait dénommer "Rotalipora primula"); ce stock hybride mène très vite à des formes dont les caractéristiques sont mieux affirmées et qui sont alors très voisines de Rotalipora appenninica. Dans ce dernier cas les ouvertures supplémentaires sont d'emblée "rotaliporiformes", T. primula possédant déjà au départ des ouvertures de ce type.

Il semble par contre que le genre Rotalipora représente la fin d'un phylum, tout-à-fait distinct en outre du phylum conduisant à Globotruncana (exception faite du point de départ commun aux deux lignées, qui est Hedbergella), en ce sens que ni B. PORTHAULT ni moi-même n'avons jamais encore observé de passage direct entre Rotalipora et Globotruncana, pas plus qu'entre Rotalipora ou Ticinella d'une part et Praeglobotruncana de l'autre.

Toutes ces nouvelles observations d'ordre phylétique m'amènent à retoucher légèrement la classification que j'avais établie précédemment (1964) et qui était avant tout fondée sur l'utilisation brute des caractères; je scinde ainsi désormais la famille des Globotruncanidae en trois sous-familles : Hedbergellinae, Rotaliporinae et Globotruncaninae.

Sous-famille HEDBERGELLINAE LOEBLICH & TAPPAN, 1961

Je regroupe dans cette sous-famille les mêmes genres qu'y incluent LOEBLICH et TAPPAN, à l'exception toutefois du genre Praeglobotruncana, et ~~en~~ ne considérant personnellement Clavihedbergella que comme un sous-genre d'Hedbergella, sinon même comme un simple morphogène.

En effet l'aspect digitiforme et non globuleux des loges, critère de base pour la définition de Clavihedbergella, ne semble être qu'une tendance évolutive sporadique, manifestée préférentiellement à certaines périodes par un nombre réduit d'individus au milieu de toute une population d'Hedbergelles; on observe en outre de nombreux stades intermédiaires, plus ou moins inchoatifs, et l'on assiste souvent à une accélération progressive du processus de digitation chez les loges les plus jeunes d'un même individu, les plus anciennes demeurant "hedbergelliformes".

Les Hedbergelles constituent la fraction de loin la plus abondante parmi les populations de Foraminifères pélagiques au Crétacé inférieur; dès le Barrémien elles sont fortement représentées en certains niveaux et en des faciès privilégiés, et elles pullulent constamment durant l'Aptien supérieur et l'Albien.

Leur étude se révèle délicate, du fait que le nombre des caractères utilisables pour leur différenciation apparaît fort restreint. En outre, l'éventail possible de variation d'un caractère donné se montre limité, alors même que son taux de variabilité chez une même espèce n'est pas négligeable.

Si l'on ne possède pas une longue pratique de ces formes pour une période donnée, on peut très bien ne discerner en première analyse qu'un nombre réduit de types morphologiques. L'habitude aidant, et à condition de toujours travailler sur des populations importantes et non sur quelques individus isolés, l'on arrive cependant à isoler des stocks spécifiques plus nombreux et plus homogènes, mais il se pose alors de graves problèmes pour leur caractérisation objective.

De plus, il se produit très souvent un glissement progressif d'un type à un autre à certains moments; il s'agit d'un phénomène classique chez les Foraminifères planctoniques, mais il est encore plus gênant pour ces formes aux différences peu tranchées entre les diverses espèces.

A l'usage, j'ai été amené à sélectionner quelques critères, qui semblent les plus stables et les plus décisifs pour la distinction spécifique :

- Hauteur du pas de la spire (conditionnée par le taux d'accroissement en hauteur des loges à mesure qu'elles s'ajoutent les unes aux autres).
- Nombre de loges au dernier tour (à utiliser en tenant compte d'une certaine latitude de variabilité).
- Forme des loges (plus ou moins détachées par exemple, donnant un contour plus lobé, ou au contraire plus globuleuses et massives, d'où un contour "empâté").

La hauteur et le "décollement" relatifs de la trochospire ne semblent pas devoir être retenus, sauf dans quelques cas particuliers, ce qui conduit à invalider pour cause de synonymie des formes telles que la variété plus trochoïde d'Hedbergella trocoidea (GANDOLFI) ou la sous-espèce H. infracretacea gargasiana (MOULLADE).

Une complication supplémentaire est apportée par l'existence de phénomènes de convergence : deux stocks dont les répartitions stratigraphiques sont bien distinctes présentent de telles ressemblances morphologiques qu'il peut être impossible de les différencier objectivement par leurs caractères. On se heurtera au même problème avec les représentants du genre Globigerinelloides.

Sous-genre: HEDBERGELLA BRONNIMANN et BROWN, 1958

Hedbergella (Hedbergella) sigali n. sp.

pl. 7 fig. 20-25

1959 - Praeglobotruncana cf. infracretacea (GLAESSNER); BOLLI, Plankt. Foraminif. Cretac. Trinidad, p. 270, pl. 23 fig. 1-2.

1963 - Globigerina sp. 19 963, GUILLAUME et SIGAL, Eléments définit. stratotype Barrémien, Foraminif., Colloque Crétacé inf., Lyon (prétirage, in tableau 1).

1963 - Globigerina sp. 19 968 (hoterivica), GUILLAUME et SIGAL, ibidem.

Holotype : exemplaire de la pl. 7 fig. 24-25, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre, Université de Lyon (n° 50 113).

Paratypes : exemplaires de la pl. 7 fig. 20-23 (n° 50 114 à 50 117).

Origine du nom : espèce dédiée à J. SIGAL.

Localité-type : Saint-Cyrice près Orpierre (Hautes-Alpes), coupe de la route départementale n° 116 d'Orpierre à Villebois-les-Pins (x = 865,000; y = 229,500).

Niveau-type : Barrémien.

Description :

Test trochospiralé, involute ventralement, évolutive dorsalement (deux tours d'enroulement visibles), de petite taille (diamètre de l'ordre de 0,20 à 0,30 mm), modérément comprimé, au contour lobé, avec 4 à 4,5 loges (le plus souvent 4) au dernier tour; les loges sont globuleuses, avec un accroissement en hauteur assez rapide à mesure qu'elles s'ajoutent. Face dorsale le plus souvent plane, parfois plus ou moins bombée, par suite d'un décollement (jamais très prononcé) de la trochospire. Face ventrale non ombiliquée. Ouverture ventrale, ombilicale-extraombilicale, atteignant la périphérie, bordée d'une courte lèvre.

Dimensions de l'holotype : grand diamètre = 0,23 mm, épaisseur = 0,12 mm.

Remarques :

Cette nouvelle espèce diffère de Globigerina hoterivica SUBBOTINA, 1953 (= Globigerina kugleri BOLLI, 1959; Globigerina graysonensis sensu BOLLI, 1959, non TAPPAN), dont elle possède un peu l'allure générale (avec cependant un test à trochospire dorsale moins saillante), essentiellement par la position et par le degré d'extension de l'ouverture, qui atteint la périphérie, alors que chez G. hoterivica elle demeure strictement ombilicale, tout comme chez les Globigérines du Tertiaire.

J'ai pu le constater en comparant directement des exemplaires d'Hedbergella sigali n. sp. avec des individus appartenant à l'espèce de SUBBOTINA et provenant du Sud-Est de la France (où elle est rarissime : je n'en ai recueilli personnellement qu'un seul exemplaire, dans l'Hauterivien de La Charce (Drôme); j'ai également pu observer, grâce à l'amabilité de P. COTILLON, deux exemplaires de l'Hauterivien de Vergons et de Sainte-Croix (Basses-Alpes)).

Les figurations et les descriptions de SUBBOTINA et de BOLLI étaient d'ailleurs fort explicites à ce sujet. La "Globigerina sp. 19 968" figurée par GUILLAUME et SIGAL, qui est une Hedbergelle, ne peut donc appartenir à l'espèce hoterivica.

H. sigali n. sp. diffère enfin des formes primitives (à 4 - 4,5 loges) d'H. delrioensis (CARSEY) par des dimensions encore plus réduites et un test moins grossièrement perforé, à la surface moins rugueuse.

Répartition stratigraphique :

Barrémien essentiellement, avec une fréquence plus importante dans la partie inférieure, décroissant ensuite peu à peu vers le sommet de l'étage. Elle est très rare à l'Aptien inférieur.

Hedbergella (Hedbergella) infracretacea (GLAESSNER, 1937)

- 1937 - Globigerina infracretacea, GLAESSNER, Planktonforaminif. Kreide u. Eozän, p. 28, pl. 1.
- v 1960 - Globigerina infracretacea GLAESSNER; MOULLADE, Foraminif. Crétacé inf. Baronnies, p. 136, pl. 2 fig. 18-20.
- v 1960 - Globigerina infracretacea trochoidea, MOULLADE, ibid., p. 136, pl. 2 fig. 21, 23 à 25.
- v 1961 - Globigerina infracretacea gargasiana, MOULLADE, Foraminif. Ostracodes nouv. Crétacé inf. vocontien, p. 214.
- v 1962 - Globigerina infracretacea gargasiana MOULLADE; FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, Microfoss. Crétacé inf. vocontien, p. 222, pl. 3 fig. 36 à 38.
- 1963 - Globigerina sp. 20 018 (infracretacea), GUILLAUME et SIGAL, Eléments définit. stratotype Barrémien, Foraminif. (prétirage, tabl. 1).
- 1963 - Globigerina sp. 19 965 (1) (2) (3) (4), GUILLAUME et SIGAL, ibid.

Diagnose :

Espèce appartenant au sous-genre Hedbergella, au test plus ou moins fortement trochospiralé (face dorsale plane à fortement bombée), d'un contour modérément lobé, avec typiquement 5 à 6 loges au dernier tour, globuleuses, d'accroissement en hauteur plus lent que chez Hedbergella sigali n. sp. mais plus rapide que chez H. planispira (TAPPAN). Face ventrale non ombiliquée. Ouverture ventrale ombilicale-extraombilicale, atteignant la périphérie, bordée d'une courte lèvre et avec des expansions lamelleuses peu développées.

Remarques :

Je suis d'avis de faire entrer la définition de ma sous-espèce, H. infracretacea gargasiana, dans un concept élargi d'H. infracretacea; j'ai pu constater, en effet, par l'examen de très nombreuses populations de diverses origines, que les formes à trochospire plane, de loin les plus abondantes, et les formes à trochospire haute, beaucoup plus rares, étaient reliées par des stades intermédiaires. D'autre part les deux groupes possèdent à peu près la même répartition stratigraphique, avec un maximum de fréquence commun à l'Aptien supérieur.

La forme "gargasiana" est certes rarissime, parfois même absente localement, au Barrémien ou à l'Albien inférieur, mais cela tient au fait que ces périodes correspondent également à une baisse de fréquence d'H. infracretacea s. stricto, et que constamment seule une infime proportion du nombre total d'individus présente une trochospire décollée dorsalement.

De même, dès que l'on analyse niveau par niveau d'abondantes populations barrémiennes, il devient manifeste que la "Globigerina sp. 19 965" avec toutes ses variétés (à l'exception peut-être du n° 5, qui semble être une forme de transition conduisant à Hedbergella sigali n. sp.), figurées par GUILLAUME et SIGAL, entrent dans le domaine de variabilité propre à H. infracretacea. Une comparaison directe de n'importe quel type morphologique retenu par ces auteurs au Barrémien, avec une population de l'Aptien supérieur, permet toujours d'y trouver un ou plusieurs homologues.

Les formes typiques d'H. infracretacea montrent de 5 à 6 loges au dernier tour, mais dans l'Aptien supérieur il apparaît peu à peu des formes allant jusqu'à 7 loges, morphologiquement encore très analogues aux autres; puis, peu à peu, ce type à 7 loges va montrer une lente évolution vers H. trocoidea (GANDOLFI) : le test devient plus globuleux, plus épais en section, l'ombilic se développe et une expansion lamelleuse un peu plus marquée prolonge la lèvre aperturale. Momentanément la filiation entre les deux espèces est très nette; le type infracretacea à 5-6 loges se maintiendra ensuite quelque temps, tandis que s'épanouira H. trocoidea, toutes formes de transition ayant alors disparu.

Répartition stratigraphique :

Cette espèce, assez rare au Barrémien et à l'Aptien inférieur, pullule à l'Aptien supérieur et persiste, avec une fréquence décroissante, à l'Albien inférieur et moyen.

Hedbergella (Hedbergella) sp., aff. infracretacea (GLAESSNER, 1937)

pl. 8 fig. 6-16

Sous cette dénomination, je distingue une forme qui dérive d'Hedbergella infracretacea et qui apparaît au sommet de l'Albien inférieur. Les deux espèces coexistent durant l'Albien moyen, en se différenciant de plus en plus l'une de l'autre, et la seconde persistera seule ensuite, après l'extinction de l'espèce-type de GLAESSNER.

Là encore, il s'agit de deux types assez difficiles à séparer au moyen d'une caractérisation objectivement indiscutable. H. sp., aff. infracretacea montre en général un accroissement en hauteur du pas de la spire un peu plus prononcé, d'où une prédominance légèrement

marquée de la dernière loge par rapport aux précédentes. Vu de profil le test apparaît un peu moins épais en section. La face ventrale se montre légèrement ombiliquée, alors que chez H. infracretacea elle est dépourvue d'ombilic.

Chez les formes évoluées, bien différenciées, on constate que l'ouverture possède une extension périphérique plus marquée, atteignant nettement le bord dorsal : l'enroulement du test demeure cependant dissymétrique, sans devenir planispiralé. On remarque également, parfois, comme une légère torsion de la trochospire, l'enchaînement des dernières loges paraissant s'effectuer dans un cadre moins rigoureusement plan que chez H. infracretacea. Toutes les différences que l'on peut ainsi observer sont légères, mais indiscutablement il semble s'agir là d'une espèce différente.

Elle ressemble quelque peu à des formes telles que Praeglobotruncana cf. gautierensis (BRONNIMANN) sensu BOLLI, 1959, ou Praeglobotruncana crassa BOLLI, 1959, qui sont toutes deux des Hedbergelles, mais il m'est difficile de procéder avec certitude à une quelconque assimilation au vu des seules figurations. Comme toujours, il serait nécessaire d'effectuer des comparaisons directes avec du matériel-type.

Dans l'Albien moyen des individus à 6,5 - 7 loges, reliés aux formes plus typiques d'H. sp., aff. infracretacea par des stades intermédiaires, montrent une allure très voisine de la morphologie propre à Ticinella primula, sans posséder cependant d'ouvertures accessoires (= "Hedbergella" primula). Je n'ai pu malheureusement saisir les jalons entre ces Hedbergelles et les vraies T. primula des mêmes niveaux, comme cela m'a été possible pour le complexe Hedbergella trocoidea - Ticinella bejaouaensis, mais il est fort vraisemblable qu'une filiation similaire existe.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : apparue dans l'Albien inférieur-moyen, cette forme s'éteint à peu près à la limite Albien-Vraconien.

Hedbergella (Hedbergella) trocoidea (GANDOLFI, 1942)

pl. 7 fig. 26

- 1942 - Anomalina lomeiana D'ORBIGNY var. trocoidea, GANDOLFI, Riv. Ital. Paleont., vol. 48 n° 4, p. 99, pl. 2 fig. 1, pl. 4 fig. 2-3, pl. 13 fig. 2-5.
- 1942 - Anomalina lomeiana sensu GANDOLFI, non D'ORB., ibid., p. 98, pl. 4 fig. 1, 19, pl. 8 fig. 2, pl. 13 fig. 1-4.
- non 1959 - Hedbergella trocoidea (GANDOLFI); KLAUS, Complexe schist. interméd., Eclog. geol. Helvet., vol. 52 n° 2, p. 792, pl. 1 fig. 1.
- 1959 - Praeglobotruncana gautierensis sensu BOLLI, non BRONNIMANN, Plankt. Foraminif. Cretac. Trinidad, Bull. Amer. Paleont., vol. 39 n° 179, p. 265-266 (pars : pl. 21 fig. 3; uniquement les exemplaires cités de la zone à Praeglobotruncana rohri).
- 1959 - Praeglobotruncana rohri BOLLI, ibid., p. 267-268, pl. 22 fig. 5-7 (pars ?).
- non 1961 - Hedbergella trocoidea (GAND.) ; LOEBLICH et TAPPAN, Cretac. plankt. Foraminif., Cenomanian, Micropaleont., vol. 7 n° 3, p. 277-278, pl. 5 fig. 1-2.

Diagnose :

Espèce du sous-genre Hedbergella, au test assez peu comprimé latéralement, plutôt globuleux, au contour peu lobé, "empâté"; le dernier tour comporte de 7 à 9 loges, le plus souvent 8, plus hautes que larges et de forme grossièrement triangulaire, qui s'accroissent modérément en hauteur à mesure qu'elles s'ajoutent. Les loges des premiers tours ainsi que les premières loges du dernier tour se montrent rugueuses. L'ombilic est réduit, souvent plus net que chez Hedbergella infracretacea (GLAESSN.), mais moins développé que chez Ticinella bejaouaensis SIGAL. Ouverture intériomarginale, ombilicale-extraombilicale, avec lèvre; expansions lamellaires labiales généralement assez peu développées.

Remarques :

Cette diagnose correspond en fait à un stade moyen d'évolution de cette espèce. Elle n'est plus tout-à-fait exacte si l'on considère des formes primitives, encore peu différenciées d'H. infracretacea, ou des formes évoluées, faisant la transition avec Ticinella bejaouaensis.

En étudiant niveau par niveau les sédiments de l'Aptien supérieur vocontien, on constate en effet qu'Hedbergella trocoidea dérive d'H. infracretacea, selon le "glissement" évolutif habituel chez les Foraminifères planctoniques.

Dans le Gargasien supérieur (dans la sous-zone à Globigerinelloides algerianus exactement), des formes évoluées d'H. infracretacea, à 6,5 - 7 loges au dernier tour, acquièrent peu à peu un test plus globuleux, plus épais en section, au contour un peu moins lobé; puis il s'individualise une dépression ombilicale, encore très modeste; les loges deviennent nettement plus hautes que larges, le taux d'accroissement différentiel se réduisant, par contre; c'est d'ailleurs plutôt par une extension adombilicale plus prononcée, par un recouvrement des tours internes, eux-mêmes plus développés, que s'effectue le gain en hauteur absolue.

Peu à peu le nombre des loges au dernier tour se stabilise à 8, la dépression ombilicale continue à s'accroître légèrement, et corrélativement les expansions lamellaires labiales se développent, avec une accélération du développement d'autant plus marquée que l'on s'adresse à une loge plus récente d'un même individu.

Cette extension des expansions labiales s'accompagne de l'apparition d'un léger ourlet sur leur bord antérieur. Ces ourlets soulignent la démarcation entre les expansions lamellaires successives, accolées ("plaque ombilicale") ou partiellement superposées ("ouvertures relictées"), la partie postérieure de l'expansion d'une loge recouvrant la partie antérieure de celle de la loge précédente (le phénomène inverse est beaucoup plus rare). Outre un ourlet antérieur, les expansions se voient ensuite également dotées d'un discret ourlet postérieur, deux ourlets de deux loges successives pouvant là aussi être accolés (cas le plus général) ou l'un masquer l'autre par recouvrement partiel des expansions.

Tous ces phénomènes accompagnent un accroissement de plus en plus marqué de l'importance des expansions lamellaires, corrélatif d'un accroissement des dimensions de la dépression ombilicale et d'une réduction en hauteur des loges (par atténuation de leur extension ombilicale proprement dite, c'est-à-dire non labiale).

A ce stade (réalisé à peu près au Clansayésien), l'on est en présence d'individus morphologiquement très semblables à Ticinella bejaouaensis, mais qui ne sont pas encore de véri-

tables Ticinelles (il est probable que c'est pour de telles formes de transition que BOLLI a créé, au moins en partie, l'espèce Praeglobotruncana rohri).

L'apparition des ouvertures supplémentaires va s'effectuer ensuite, au moyen d'un décollement, d'un écartement local (en position adombilicale, là où débutent les expansions) des ourlets de deux expansions lamellaires successives, de telle sorte que l'orifice ainsi réalisé ne soit jamais supralabial, mais intraombilical. Souvent ce dispositif, surtout chez les premières formes où il se manifeste, ne concerne que les deux ou trois ultimes loges du dernier tour.

Il est important de noter que les ouvertures supplémentaires n'affectent pas les loges proprement dites (ce qui est au contraire le cas de l'ouverture principale), mais qu'elles ne sont que le résultat d'un mode de disposition particulier des expansions lamellaires, elles-mêmes appendice ou ornement imperforé de la loge. Je reviendrai plus tard sur ce point, à propos des Rotalipores.

L'examen attentif, effectué pas à pas, de très abondantes populations en des séries continues et relativement dilatées, permet donc d'affirmer que le passage Hedbergella - Ticinella s'effectue très progressivement, avec une multiplicité de jalons telle qu'il est en fait souvent difficile de savoir avec certitude où débute exactement Ticinella bejaouaensis; ceci présente quelque inconvénient étant donné l'importance de cette espèce au point de vue stratigraphique.

Selon que l'on choisit, pour la séparation, les critères morphologiques (spécifiques), ou aperturaux (génériques), un certain décalage d'estimation est inévitable. Il semblerait certes plus logique de suivre SIGAL (1964) (qui préfère adopter la règle du tout ou rien et donc s'appuyer plus volontiers sur l'absence ou la présence d'ouvertures supplémentaires pour la discrimination) si dans la réalité les choses se montraient aussi tranchées.

Or, là aussi, et chez les planctoniques il faut se résigner à ce qu'il en soit ainsi pour n'importe quel caractère considéré, il existe de nombreux stades intermédiaires, avec une progressivité dans l'apparition et dans la réalisation qui enlèvent une grande part d'absolu à ce phénomène. Cela ne signifie pas qu'il n'ait aucune valeur et que l'on doive, par conséquent, mettre Ticinella et Hedbergella en synonymie, mais il faut en tenir compte. D'autre part tous ces passages d'une forme à l'autre, s'ils sont gênants pour établir une stratigraphie ultra-précise et pour édifier des classifications bien rigides, sont très commodes pour discerner les liens phylogénétiques entre les diverses espèces.

Répartition stratigraphique :

Dans la fosse vocontienne les formes que je rapporte à Hedbergella trocoidea apparaissent au Gargasien supérieur (vers le sommet de la sous-zone à Globigerinelloides algerianus) et s'éteignent assez tôt dans l'Albien inférieur-moyen.

Cette espèce est fréquemment citée en des niveaux beaucoup plus élevés. On pourrait alors penser qu'en fosse vocontienne les conditions de milieu à l'Albien plus élevé se sont montrées défavorables. Cela ne semble pourtant guère plausible, d'autres espèces planctoniques ayant normalement proliféré à cette époque.

Il ne faut pas perdre de vue non plus que, parmi ces citations, certaines ne correspondent pas en réalité à H. trocoidea : ainsi la figure donnée par KLAUS (1959, pl. 1 fig. 1)

ne peut s'appliquer à cette espèce, mais convient plutôt à H. delrioensis; de même les illustrations fournies par LOEBLICH et TAPPAN (1961), qui la citent dans le Cénomanién, concernant à coup sûr une toute autre forme : l'exemplaire de la pl. 5 fig. 1 ressemble en particulier beaucoup aux Hedbergelles de l'Albien moyen (dont pourrait dériver Ticinella primula), elles-mêmes nées de l'Hedbergella sp., aff. infracretacea.

Hedbergella (Hedbergella) planispira (TAPPAN, 1940)

pl. 8 fig. 4-5

- 1940 - Globigerina planispira, TAPPAN, Foraminif. Grayson format. Texas, Journ. Paleont., vol. 14 n° 2, p. 122, pl. 19 fig. 12.
1959 - Praeglobotruncana planispira (TAPPAN); BOLLI, Plankt. Foraminif. Cretac. Trinidad, Bull. Amer. Paleont., vol. 39, n° 179, p. 267, pl. 22 fig. 3-4.
1959 - Praeglobotruncana modesta BOLLI, ibid., p. 267, pl. 22 fig. 2.
1961 - Hedbergella planispira (TAPPAN); LOEBLICH et TAPPAN, Cretac. plankt. Foraminif. I. Cenomanian, Micropaleont., vol. 7 n° 3, p. 276-277 (pars ? pl. 5 fig. 4-10, non fig. 11 ?).

Diagnose :

Espèce du sous-genre Hedbergella, caractérisée par un test à l'enroulement très dissymétrique (très évolue dorsalement, involute ventralement), comprimé et plan, composé de 6 à 8 loges (le plus souvent 7) au dernier tour, globuleuses, aussi hautes que larges et d'accroissement réduit à mesure qu'elles s'ajoutent. Omphalic ventral encore assez développé, aussi bien en superficie qu'en profondeur. Ouverture ventrale intériomarginale, omphalique - extraomphalique, avec expansions lamellaires labiales d'importance moyenne.

Rapports et différences :

Par l'accroissement très réduit et la forme de ses loges, ainsi que par le degré de développement de l'omphalic ventral, Hedbergella planispira se distingue très aisément d'Hedbergella infracretacea.

Les variations possibles, selon les niveaux et les individus d'une même population, portent essentiellement sur le taux d'accroissement des loges. Généralement très réduit, il peut même être presque nul, ou au contraire être un peu plus marqué, avec une amplitude de variation toujours assez limitée cependant. En outre le test, qui se montre le plus souvent entièrement lisse, peut, chez certains exemplaires, offrir une surface légèrement rugueuse, un peu plus grossière d'aspect.

Répartition stratigraphique :

Cette forme est le plus souvent et universellement citée dans l'Albien et le Cénomanién. En fosse vocontienne, elle ne présente qu'une médiocre valeur sur le plan stratigraphique, puisqu'elle débute assez bas dans l'Albien et se perpétue au-delà du Vraconien, sans doute très avant dans le Cénomanién, avec une fréquence toujours modérée.

Hedbergella (Hedbergella) sp., aff. planispira (TAPPAN, 1940)

pl. 8 fig. 1-3

1963 - Globigerina sp. 19 973 (1) (2), GUILLAUME et SIGAL, *Eléments définit. stratotype Barrémien, Foraminif., Colloque Crét. inf., Lyon* (prétirage).

Je désigne sous cette appellation des formes très semblables, sinon même identiques, à H. planispira, qui posent une fois de plus le problème de l'existence éventuelle de phénomènes de convergence chez les Foraminifères planctoniques (plus particulièrement chez les représentants des genres Hedbergella, Clavihedbergella et Globigerinelloides).

J'ai constaté (voir ci-dessus) qu'en fosse vocontienne H. planispira débute tôt dans l'Albien inférieur-moyen. Je ne la rencontre effectivement jamais à l'Aptien supérieur élevé et à l'Albien initial.

Or je vois apparaître dans les niveaux élevés du Barrémo-Bédoulien calcaire (un peu au-dessus de la "vire à Heteroceras" exactement) des Hedbergelles, toujours relativement rares, que je ne puis absolument pas différencier morphologiquement d'Hedbergella planispira : d'une taille identique, elles montrent les mêmes caractéristiques pour l'accroissement et le nombre de loges, la compression et la planéité du test, l'ombilic, etc.... Ces formes s'éteignent peu après que cesse le faciès calcaire, on ne les retrouve jamais très au-delà dans les marnes aptiennes.

Je me contente de mentionner ce fait curieux, sans prendre parti à son sujet; je ne sais comment expliquer la disparition d'H. planispira durant presque tout l'Aptien supérieur et l'Albien initial, au cas où il s'agisse effectivement de la même espèce depuis le Barrémien jusqu'au Cénomanién, mais je ne puis pas, d'autre part, différencier objectivement, par le moindre détail d'organisation, ces deux populations d'âge différent.

A l'aide d'un artifice de nomenclature, de même que GUILLAUME et SIGAL, je n'ai donc distingué cette forme apparue au Barrémien élevé que pour la signaler, en tout état de cause, à l'attention de paléontologistes mieux avertis de ces phénomènes, ou qui disposeraient en d'autres régions d'un matériel plus explicite que le mien, leur permettant de mieux les interpréter.

Hedbergella (Hedbergella) delrioensis (CARSEY, 1926)

pl. 8 fig. 17

1926 - Globigerina cretacea D'ORBIGNY var. del rioensis, Texas Univ. Bull., n° 2612, p. 43.

1959 - Hedbergella trocoidea (GANDOLFI); KLAUS, Eclog. geol. Helv., vol. 52 n° 2, p. 792, pl. 1 fig. 1.

- v 1961 - *Globigerina* cf. *almadenensis* CUSHMAN et TODD; MOULLADE, Etude géol. et micro-paléont. Baronnies (Drôme), Thèse 3ème cycle, multigr., p. 71-72, pl. 11 fig. 4-5.
- v 1961 - *Globigerina washitensis* CARSEY; MOULLADE, *ibid.*, p. 72, pl. 11 fig. 12-15.
- 1961 - *Hedbergella delrioensis* (CARSEY); LOEBLICH et TAPPAN, Cretac. plankt. Foraminif. I. Cenomanian, Micropaleont., vol. 7 n° 3, p. 275, pl. 2 fig. 11-13.

Diagnose :

Espèce du sous-genre *Hedbergella*, caractérisée par un test à trochospire plane ou faiblement convexe, au contour lobé, avec 4,5 à 5,5 loges au dernier tour, d'accroissement assez rapide. Surface du test rugueuse, assez grossière, surtout en ce qui concerne les premières loges du dernier tour. Dépression ombilicale modérée, mais nette. Ouverture intériomarginale, ombilicale-extraombilicale, avec lèvre; expansions lamellaires labiales modérément développées.

Les premiers représentants apparus possèdent un test plan, à section comprimée; plus haut dans la série, au Vraconien basal, on voit se développer chez des individus à 5,5 - 6 loges, au test plus bombé dorsalement, une légère convexité périphérique (surtout sur les premières loges du dernier tour), qui va s'accuser de plus en plus, menant ainsi à *Praeglobotruncana delrioensis*; cette convexité carénale se verra ensuite renforcée par un alignement de pustules.

En 1961, j'avais attribué à tort à *Globigerina washitensis* CARSEY de petites formes primitives, à trochospire plane, avec 4 - 4,5 loges, à l'accroissement en hauteur rapide; mais cette dénomination ne saurait leur convenir, étant donné que ces organismes sont dépourvus de l'ornementation réticulée caractéristique de *G. washitensis*, dont le test se montre par ailleurs beaucoup plus globuleux. La véritable *G. washitensis* ne s'observe d'ailleurs jamais en fosse vocontienne, alors qu'elle est connue, par exemple, dans les faciès provençaux, plus néritiques (d'après P. COTILLON, communication orale).

La figuration donnée par KLAUS pour *Hedbergella trocoidea* (GAND.) ne peut correspondre à cette espèce, mais s'applique tout-à-fait à des individus évolués d'*Hedbergella delrioensis*; cette dernière attribution spécifique cadrerait d'ailleurs mieux avec la répartition stratigraphique indiquée par l'auteur.

Répartition stratigraphique :

En fosse vocontienne, *Hedbergella delrioensis* apparaît à l'Albien supérieur, très peu au-dessus de *Rotalipora ticinensis*, s'épanouit au Vraconien, où elle est souvent fort abondamment représentée, et se poursuit au Cénomanien.

Sous-genre CLAVIHEDBERGELLA BANNER et BLOW, 1959

Hedbergella (Clavihedbergella) sp., aff. simplex (MORROW, 1934)

pl. 8 fig. 18-20

- 1934 - *Hastigerinella simplex*, MORROW, Foraminif. Upper Cretac. of Kansas, Journ. Paleont., vol. 8 n° 2, p. 198-199, pl. 30 fig. 6.
1961 - *Clavihedbergella simplex* (MORROW); LOEBLICH et TAPPAN, Cretac. plankt. Foraminif., I. Cenomanian, Micropaleont., vol. 7 n° 3, p. 279-280, pl. 3 fig. 11-14.
1963 - *Hastigerinella* gr. *simplicissima* MAGNE et SIGAL; GUILLAUME et SIGAL, *Eléments définit. stratotype Barrémien*, Foraminif., Colloque Crétacé inf., Lyon (prétirage).
1963 - *Hastigerinella* gr. *simplex* MORROW; GUILLAUME et SIGAL, *ibid.*
1963 - *Hastigerinella* sp. 19 970 (1) (2), GUILLAUME et SIGAL, *ibid.*

Compte-tenu de l'importante variabilité que l'on observe chez les populations de Clavihedbergella du Barrémien vocontien, portant sur tous les caractères à la fois (nombre de loges, degré d'étirement des loges, degré de décollement dorsal de la trochospire...) et réalisant tous les stades intermédiaires possibles, on ne peut raisonnablement accorder une valeur spécifique ou même infraspécifique à chacune des variations morphologiques distinguées par GUILLAUME et SIGAL; certains types extrêmes ne figurent d'ailleurs pas dans leur inventaire, tel celui qui présente des loges fortement étirées, pourtant couramment rencontré en fosse vocontienne.

LOEBLICH et TAPPAN (1961) ont également remarqué une forte amplitude de variation parmi les populations topotypiques de Clavihedbergella simplex (MORROW), au point de devoir lui adjoindre en synonymie Hastigerinella simplicissima MAGNE et SIGAL, avec juste raison semble-t-il. Ils attribuent à C. simplex une répartition stratigraphique correspondant au Cénomanien.

Malheureusement, aussi bien par leur taille que par leurs diverses caractéristiques morphologiques, il m'a été impossible de différencier valablement les populations du Barrémien vocontien des formes cénomaniennes relevant de Clavihedbergella simplex. S'agit-il là une nouvelle fois d'un phénomène indécélable de convergence, d'autant plus plausible si l'on tient compte du fait que les *Clavihedbergella* barrémiennes dérivent d'Hedbergella sigali n. sp. (à laquelle elles sont intimement liées par de nombreuses formes de transition dans le degré d'élongation des loges) et que cette dernière espèce, s'éteignant dès l'Aptien inférieur, ne peut être aussi la source des *Clavihedbergella* cénomaniennes ? Sinon, comment expliquer un tel hiatus dans la répartition stratigraphique de ces formes pélagiques par excellence ?

Ceci m'a donc conduit à émettre quelque réserve vis-à-vis d'une identification spécifique absolue, mais m'empêche tout autant de procéder à une séparation taxinomique qui soit pleinement justifiée.

Répartition stratigraphique :

Les Clavihedbergelles du Barrémien vocontien se révèlent extrêmement intéressantes par la faible durée de leur répartition; celle-ci se montre en effet constamment limitée à la moitié supérieure du Barrémien inférieur (ainsi que l'avaient déjà constaté GUILLAUME et SIGAL dans les coupes d'Angles et de Vergons). Elles permettent donc de définir, par leur seule présence, une des deux zones reconnues dans le Barrémien inférieur.

Hedbergella (Clavihedbergella) bizonae (CHEVALIER, 1961)

- 1961 - Hastigerinella bizonae, CHEVALIER, Foram. Crétacé inf. méditerr., p. 34-36, pl. 1 fig. 24-28.
1959 - Hastigerinella aff. subcretacea TAPPAN; BOLLI, Plankt. Foraminif. Cretac. Trinidad, p. 271-272, pl. 23 fig. 10-13.
v 1962 - Hastigerinella bizonae CHEVALIER; FLANDRIN, MOULLADE, PORTHault, Microfoss. Crétacé inf. vocontien, p. 224, pl. 3 fig. 29.

Cette espèce, dérivée d'Hedbergella sp., aff. planispira (TAPPAN), est caractérisée par un test à 5-6 loges étirées en forme d'ogive. Là aussi on peut observer des spécimens incomplètement différenciés, sorte de jalons entre Hedbergella (Hedbergella) et Hedbergella (Clavihedbergella).

En fosse vocontienne, H. (Clavihedbergella) bizonae n'est jamais abondamment représentée, et même plutôt rare et sporadique. Elle est accompagnée d'une autre Clavihedbergelle, encore plus rare, également dérivée d'H. sp., aff. planispira, qui montre des loges digitiformes et non plus ogivales. La trop grande rareté de cette dernière forme, et sa différenciation souvent incomplètement réalisée à partir d'H. sp., aff. planispira, ne m'ont pas autorisé à en faire une nouvelle espèce.

Il faut noter sa fréquence relativement plus élevée, ainsi que celle de Clavihedbergella bizonae, dans les coupes de la région d'Angles (Basses-Alpes), où le faciès de haute mer devait être mieux affirmé qu'en fosse vocontienne proprement dite. Ce n'est d'ailleurs pas le seul cas où j'ai pu constater, chez les Hedbergelles, l'existence d'une relation entre le développement plus marqué des tendances "clavihedbergelloïdes" et le degré de "pélagisme" du milieu.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Apparue aux confins de la limite Bédoulien-Gargasien, cette espèce se perpétue durant toute la zone à Schackoina cabri, mais persiste un peu au-delà, ne s'éteignant que peu avant l'apparition de Globigerinelloides algerianus. Elle présente donc une extension qui correspond à peu près au Gargasien inférieur et à la base du Gargasien supérieur.

Sous-famille ROTALIPORINAE SIGAL, 1958

Genre TICINELLA REICHEL, 1949

En 1964 (in C.R. Soc. Géol. France, p. 58-60), j'avais été amené à rapprocher Ticinella d'Hedbergella, au point d'en faire un sous-genre de ce dernier (l'inverse ayant d'ailleurs été plus correct du point de vue des Règles de nomenclature !). Cette position s'appuyait sur de multiples observations, rapportées ci-dessus (voir H. trocoidea), qui montrent que les deux concepts sont étroitement liés et que l'un des genres dérive de l'autre.

En outre, le fait que les ouvertures supplémentaires de Ticinella ne sont pas vraiment une émanation directe des loges, mais de simples "accidents" locaux qui affectent les expansions lamellaires labiales (diverticules imperforés des loges soudés en une plaque ombilicale), me semblait dévaloriser singulièrement ce dispositif en tant que critère taxinomique.

On ne pourra sans doute jamais connaître le rôle et l'importance exacts de ces ouvertures : en particulier étaient-elles vraiment fonctionnelles ? Peu importe, en fait. Pour le paléontologiste-stratigraphe, la stabilité relative et l'identification aisée d'un critère, ainsi que sa valeur sous l'angle de l'utilisation pratique, comptent avant tout.

Bien que les ouvertures supplémentaires soient parfois délicates à déceler et qu'il soit le plus souvent nécessaire, dans ce but, de faire appel à des techniques complémentaires de lavage, assez longues et alourdissant quelque peu la préparation des échantillons (traitements par les mouillants par exemple), il se révèle que l'emploi des Ticinelles présente suffisamment d'intérêt au point de vue stratigraphique pour que toutes ces complications techniques s'avèrent justifiées.

Que la catégorie déterminée par ce critère soit d'ordre générique, ou non, ce ne sont là que préoccupations de systématicien; or il ne faut jamais perdre de vue que la première justification de toute étude micropaléontologique est d'aboutir, l'instrument de travail une fois correctement mis au point, à des conclusions stratigraphiques valables, utilisables par tous.

D'autre part, en ce qui concerne les Foraminifères planctoniques, quel que soit le critère envisagé (enroulement, position de l'ouverture, carène, ouvertures supplémentaires, etc....), on n'observera jamais de clivages nets, de séparations tranchées qui satisfont l'esprit. Les objections que l'on serait ainsi tenté d'émettre pour contester le rang dans la hiérarchie du critère fondé sur les ouvertures supplémentaires peuvent en fait aussi bien s'appliquer à tous les autres caractères; en ce cas aucune classification de ces organismes n'est possible !

Il est bien certain qu'il n'y a pas plus de raisons valables de grouper Ticinella avec Hedbergella qu'avec Rotalipora; la subdivision des Globotruncanidae en Hedbergellinae, Rotaliporinae et Globotruncaninae que j'ai adoptée se révèle ainsi bien artificielle; mais il apparaît plus contestable encore de regrouper en une même famille (= Rotaliporidae) les seules

formes qui possèdent des ouvertures supplémentaires (SIGAL, 1964), séparant ainsi en deux familles distinctes Hedbergella et Ticinella, genres dont on a cependant pu constater les étroites affinités.

Ticinella roberti (GANDOLFI, 1942)

pl. 9 fig. 9-11

- 1942 - *Anomalina roberti*, GANDOLFI, p. 100-101 (pars : pl. 2 fig. 2, pl. 4 fig. 4 ?, 5, pl. 13 fig. 3, 6; non pl. 4 fig. 6-7).
- 1949 - *Globotruncana (Ticinella) roberti* GANDOLFI; REICHEL, *Globotruncana Breggia*, *Eclog. Geol. Helv.*, vol. 42 n° 2, p. 600-603, pl. 16 fig. 1, pl. 17 fig. 1, fig. texte 1.
- non 1957 - *Rotalipora roberti* (GANDOLFI); BOLLI, LOEBLICH et TAPPAN, *U.S. Nat. Mus., Bull.* n° 215, p. 41, pl. 10 fig. 1.
- ? 1959 - *Rotalipora (Ticinella) roberti* (GANDOLFI); KLAUS, *Complexe schisteux interméd.*, *Eclog. Geol. Helv.*, vol. 52 n° 2, p. 803 (pars : pl. 1 fig. 2, non pl. 1 fig. 3).
- non 1961 - *Ticinella roberti* (GANDOLFI); LOEBLICH et TAPPAN, *Cretac. Plankt. Foraminif., Micropaleont.*, vol. 7 n° 3, p. 294-296, pl. 6 fig. 14.
- 1964 - *Ticinella roberti* (GANDOLFI); SIGAL, *Monographie Rosalines*, 1. *Ticinella*, mns. (rapport int. I.F.P.), volume jubilaire REICHEL, Bâle (sous presse) (pars : non formes du Clansayésien et de l'Albien inférieur).
- v non 1965 - *Hedbergella (Ticinella) roberti* (GANDOLFI); MOULLADE, *Zonation micropaléont. Apt. Alb. vocont.*, *C.R. som. Soc. Géol. France*, p. 48 et in tableau.

Depuis plusieurs années j'assimilais à Ticinella roberti des formes vocontiennes, apparemment semblables à l'espèce de GANDOLFI, nées au Clansayésien d'Hedbergella trocoidea et se perpétuant quelque peu dans l'Albien inférieur.

Un premier inconvénient résidait dans le fait que les échantillons typiques de cette espèce proviennent, dans le profil de la Breggia, de niveaux plus récents, d'âge albien supérieur, les premiers horizons à Rotalipora gr. ticinensis leur étant immédiatement superposés. De plus, dans le Sud-Est de la France, aucune *Ticinella* de l'espèce *roberti* n'est recueillie à l'Albien inférieur élevé et à l'Albien moyen. Seuls les tout premiers représentants de T. praeticinensis SIGAL, apparus à l'Albien supérieur (= Hedbergella (Ticinella) gaultina sensu MOULLADE 1965, non MOROZOWA) pouvaient être à la rigueur confondus, en observation rapide, avec les formes infra-albiennes.

L'examen de matériaux provenant du profil de la Breggia, récoltés personnellement à l'occasion du Colloque européen de Micropaléontologie (Suisse, 1965), m'a permis de résoudre ces problèmes. Il apparaît ainsi que les *Ticinella* du Clansayésien et de l'Albien inférieur du Sud-Est de la France sont différentes spécifiquement des T. roberti provenant des niveaux 27 et 28 de GANDOLFI. D'autre part ce même niveau 27 se révèle riche en T. praeticinensis, présentant une évolution morphologique similaire à celle des exemplaires de l'Albien supérieur (daté par Ammonites) en fosse vocontienne.

Enfin, ultime recoupement, l'exploitation intensive ultérieure des niveaux vocontiens supra-albiens m'a fait découvrir quelques exemplaires de *Ticinella* exactement semblables au type de GANDOLFI. Ainsi se voit expliqué le hiatus apparent dans la répartition de ces *Ticinella* dans le Sud-Est : la vraie *T. roberti* y est extrêmement rare et se trouve cantonnée à quelques niveaux de l'Albien supérieur, tandis que les formes de l'Albien bas appartiennent à une autre espèce.

Il semble d'autre part que GANDOLFI ait également inclus (au moins partiellement) dans son espèce des représentants peu différenciés de l'actuelle *Ticinella praeticinensis* (par exemple pl. 4 fig. 6 et 7); il dénombre d'ailleurs, sans sa description, deux variétés qui pourraient très bien correspondre, l'une à la forme-type de *roberti*, l'autre à la *praeticinensis* de SIGAL; ceci expliquerait la filiation *roberti* - *subticinensis* relatée à tort par GANDOLFI, de même que certaines interprétations erronées - dont celle de LOEBLICH et TAPPAN - de son espèce : ces derniers figurent en effet sous le nom de *Rotalipora roberti* un topotype de la Breggia qui pourrait se rapporter plutôt à *T. praeticinensis*, si l'on en juge d'après l'aspect en illustration et la taille réduite de l'individu considéré. Il est difficile, par contre, de confirmer ou d'infirmer les diagnoses de KLAUS sans avoir pu revoir directement son matériel : il semble toutefois que l'ex. de la pl. 1 fig. 3 n'appartienne pas à *T. roberti* et doive bien plutôt être rapproché du gr. *primula*.

Rapports et différences :

Ticinella roberti (GAND.) se distingue de *T. bejaouaensis* SIGAL (nom. transl. = *T. roberti* var. *bejaouaensis* SIGAL, 1964, mns.) (voir ci-dessous) par un test à section plus épaisse, aux loges plus globuleuses, un peu plus larges en vue latérale. La texture du test ainsi que ses perforations sont plus grossières, rappelant l'aspect de *Globigerinelloides breggiensis*. L'ombilic apparaît à la fois plus profond, plus abrupt et de dimensions plus réduites, les expansions lamellaires labiales sont moins fortement développées. L'aspect des ouvertures supplémentaires supralabiales est plus nettement "rotaliporiforme", rappelant les ouvertures de *Rotalipora ticinensis* évoluée ou de *R. appenninica*.

Enfin, si l'ornementation des tours internes est bien marquée, en ce qui concerne le dernier tour il y a beaucoup moins de disproportion entre le degré d'ornementation des premières loges et des dernières, contrairement à ce que l'on observe chez *Ticinella bejaouaensis*, où les premières loges sont nettement plus rugueuses que les dernières.

T. roberti diffère de *T. praeticinensis* par une taille plus importante, un test beaucoup plus épais, plus globuleux, à trochospire très fréquemment et fortement décollée dorsalement; chez *T. roberti* les loges ne montrent aucun pincement à leur périphérie, régulièrement arrondie. Enfin si chez *R. praeticinensis* les ouvertures supplémentaires apparaissent également supralabiales, la voussure locale de l'expansion lamellaire formant le tunnel de l'ouverture possède moins d'amplitude et l'ouverture se montre en outre plus étirée en longueur (cf. pl. 10 fig. 1 in LOEBLICH et TAPPAN, 1961, op. cit.).

Répartition stratigraphique :

Breggia : Albien supérieur.

Fosse vocontienne : espèce très rare, rencontrée en quelques niveaux de l'Albien supérieur (zone à *Pervinqueria inflata*).

Ticinella praeticinensis SIGAL, mns.

pl. 8 fig. 21-23

- 1942 - *Anomalina roberti*, GANDOLFI, p. 100-101 (pars : pl. 4 fig. 6-7).
1959 - *Rotalipora* (*Thalmaninella*) *ticinensis subticinensis* (GANDOLFI); KLAUS, p. 803-804, pl. 1 fig. 4.
1964 - *Ticinella praeticinensis*, SIGAL, Monographie Rosalines, 1. *Ticinella*, mns., p. 15-17, pl. 2 fig. 3-8, pl. 3 fig. 1-6.
v 1965 - *Hedbergella* (*Ticinella*) *gaultina* (MOROZOWA); MOULLADE, Zonat. micropaléont. Apt. Alb. vocont., C.R. som. Soc. Géol. France, p. 49 et in tableau.

La diagnose de SIGAL (1964), suivie d'une longue et minutieuse description, est la suivante : "espèce caractérisée par le mode d'enroulement et le nombre de loges de la sous-espèce Rotalipora ticinensis subticinensis, mais avec un développement dense de pustules et de papilles à la place de la carène proprement dite".

Cette diagnose s'applique, à mon avis, à des individus déjà évolués de cette espèce. Certes, les coupures n'étant jamais tranchées chez les formes planctoniques, il est toujours tant soit peu arbitraire de restreindre ou d'étendre le concept d'une espèce. Entre les premières formes qui apparaissent, en fosse vocontienne, dans l'Albien supérieur assez bas, et les Rotalipora ticinensis typiques, on peut observer un "glissement" ininterrompu.

Les toutes premières pourraient être confondues avec Ticinella bejaouaensis SIGAL, mais s'en distinguent cependant par de discrets détails d'organisation : on remarque une faible convexité distale chez les loges initiales du dernier tour, sorte de "cassure" médiane de l'arrondi périphérique, alors que chez T. bejaouaensis le contour des loges est globuleux, ou s'il existe une légère cassure de l'arrondi, elle se manifeste au raccordement de la face spirale avec la portion périphérique. Les loges des Ticinella praeticinensis primitives offrent donc un léger pincement, donnant un aspect moins globuleux. Très rapidement cette convexité va s'accuser et être soulignée par des pustules (le phénomène étant toujours limité aux premières loges du dernier tour).

De plus, chez T. praeticinensis on n'observe jamais d'individus avec une trochospire dorsale décollée, mais seulement des formes avec une face dorsale régulièrement et doucement convexe, ou même presque plane, la face ventrale se montrant légèrement concave. Le test offre en outre un profil légèrement plus comprimé. L'ornementation, la rugosité des tours internes et des premières loges du dernier tour, à l'exception des pustules qui soulignent la pseudo-carène, sont plus discrètes.

Enfin on observe également de légères dissemblances en ce qui concerne le dispositif ombilico-apertural. Chez T. praeticinensis les expansions lamellaires apparaissent moins développées; les ouvertures supplémentaires, si elles ne sont pas typiquement rotaliporiformes, sont déjà plus nettement supralabiales, intermédiaires en quelque sorte entre les ouvertures de T. bejaouaensis et celles de Rotalipora ticinensis évoluée.

L'évolution progressive, qui porte sur tous les caractères précédemment considérés,

conduit peu à peu à Rotalipora subticinensis, qui, rapidement mais progressivement, passe de manière insensible à des R. ticinensis dont les caractéristiques s'affirmeront ensuite de plus en plus.

On constate alors, quand on suit ce phénomène, combien les concepts "praeticinensis", "subticinensis", "ticinensis" sont artificiels et figent arbitrairement et momentanément un processus en marche ininterrompue; on pourrait tout aussi bien multiplier les taxons à loisir ou au contraire tout rassembler en un seul bloc, de proche en proche.

Dans le premier cas, on affinerait l'outil paléontologique quant à son rendement stratigraphique, mais on prendrait le risque de voir l'incompréhension grandir entre les différents utilisateurs, dont les points de repère seront entendus différemment de l'un à l'autre par suite d'une marge d'appréciation trop faible. Dans le second, si le travail de détermination du paléontologiste est rendu plus aisé, les renseignements stratigraphiques obtenus, avec des chances d'universalité plus élevées, seront finalement décevants parce que peu précis.

Il semble cependant qu'un compromis soit possible, à condition de tenir compte de la durée de vie de certains types morphologiques et de ne pas trop vouloir "pulvériser". On s'aperçoit ainsi que le type "subticinensis" est particulièrement instable, fugace. Par contre la forme "ticinensis", entendue assez largement, semble manifester un pouvoir évolutif plus faible. Le concept "praeticinensis" peut être conservé également, toujours dans un but utilitaire; son décalage franc d'apparition vis-à-vis de R. ticinensis permet d'obtenir une coupure stratigraphique assez bien définie, qui aura quelques chances d'être retrouvée par d'autres paléontologistes.

L'origine phylogénétique de T. praeticinensis demeure obscure. Comme l'a écrit justement SIGAL (op. cit., p. 17) "elle ne peut être recherchée dans des Ticinelles trochoïdes contemporaines ou antérieures, tout au moins celles actuellement connues (...), déjà bien fixées dans leur évolution". Cette espèce doit vraisemblablement dériver d'une Hedbergella, mais il ne m'a pas été possible de le vérifier.

Répartition stratigraphique :

D'après SIGAL "sa position stratigraphique exacte n'est pas précisée, si ce n'est par sa place dans le schéma général d'évolution du groupe ticinensis et dans l'ensemble de la microfaupe; elle se développe probablement dans la plus grande partie de l'Albien moyen et peut-être une partie de l'Albien supérieur".

En fosse vocontienne elle apparaît dans l'Albien supérieur (zone à Pervinqueria inflata), probablement très bas à l'intérieur de cette zone, et évolue très vite vers le groupe ticinensis, ne survivant que de très peu à l'apparition de ce dernier (en moyenne sa présence s'observe sur une épaisseur de sédiments d'une vingtaine de mètres).

Ticinella bejaouaensis SIGAL, 1964 mns., emend.

(nom. transl. = Ticinella roberti var. bejaouaensis SIGAL, 1964 mns.)

pl. 9 fig. 4-5

- 1964 - Ticinella roberti var. bejaouaensis, SIGAL, Monographie Rosalines, 1. Ticinella, mns. (rapport int. I.F.P.), volume jubilaire REICHEL, Bâle, p. 35-37 (pars ?).
1964 - Ticinella roberti (GANDOLFI); SIGAL, *ibid.*, p. 29-34 (pars : formes du Clansayésien et de l'Albien inférieur seulement).
v 1965 - Hedbergella (Ticinella) roberti (GANDOLFI); MOULLADE, C.R. som. Soc. géol. Fr., p. 48 et in tableau.

Je donne à cette espèce une acception à la fois plus compréhensive sur le plan morphologique et plus restrictive sur le plan stratigraphique que celle de son auteur. Cela tient au fait que si, contrairement à l'opinion de J. SIGAL, je suis d'avis de ne pas ériger au sein des populations infra-albiennes une variété nouvelle pour les formes (sans doute séniles d'ailleurs) qui possèdent un nombre de loges très légèrement supérieur à celui des formes types, un nouveau nom demeure cependant nécessaire pour désigner l'ensemble, distinct des vraies roberti (voir ci-dessus).

Je désigne donc sous cette appellation les plus primitives des Ticinelles, nées au Clansayésien d'Hedbergella trocoidea et qui possèdent communément 8 à 9 loges, parfois un peu plus, avec une dépression ombilicale étendue mais modérément profonde; les expansions lamellaires labiales sont très bien développées et soudées en une vaste plaque ombilicale; l'on assiste peu à peu, lorsque l'on s'élève dans la série stratigraphique, à la réalisation d'ouvertures supplémentaires intraombilicales. Ces dernières sont formées d'un décollement local, et presque de même valeur, des ourlets respectifs de deux expansions lamellaires successives, de sorte que l'ouverture ainsi créée n'est en effet pas vraiment supralabiale.

Rapports et différences : voir ci-dessus les chapitres consacrés à T. roberti (GAND.) et T. praeticinensis SIGAL.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) : Clansayésien et partie inférieure de l'Albien inférieur.

Ticinella gr. primula LUTERBACHER, 1963

- 1963 - Ticinella primula, LUTERBACHER in RENZ, LUTERBACHER, SCHNEIDER; Eclog. Geol. Helv., vol. 56 n° 2, p. 1085-1086, fig. texte n° 4.
1964 - Ticinella primula LUTERBACHER; SIGAL, *op. cit.*, p. 20-22, pl. 3 fig. 11-14, pl. 4 fig. 1-9.

Devant l'ampleur relative du polymorphisme et des "glissements évolutifs" que révèlent en fosse vocontienne les Ticinelles que l'on peut rapporter à T. primula LUTERBACHER, j'ai dû renoncer à retrouver à l'intérieur de ces populations les nombreuses espèces et sous-espèces voisines que SIGAL y a récemment distinguées.

Il s'agit de petites formes, montrant de 6 à 8 loges au dernier tour (le plus souvent 7), qui s'accroissent encore assez rapidement en hauteur à mesure qu'elles s'ajoutent; ce caractère peut cependant être affecté d'une légère variabilité selon les individus. En section le test apparaît généralement assez comprimé et la trochospire est plane, ou légèrement convexe. Il existe aussi une certaine variabilité dans le degré de dissymétrie (au point de vue enroulement) entre face spirale et face ombilicale et, corrélativement, dans le degré d'extension périphérique de l'ouverture principale; la tendance plus ou moins marquée à la symétrie ne va cependant pas jusqu'à la réalisation de tests planspiralés.

Les expansions lamellaires sont moyennement développées en général et recouvrent une dépression ombilicale peu profonde et peu étendue. Ouvertures supplémentaires à tendance rotaliporiforme, c'est-à-dire supralabiales, mais de type encore primitif (peu arquées, donnant un tunnel large et encore assez peu cintré), en position sub-suturale chez les loges les plus récentes; elles sont formées par le décollement proximal (dès l'insertion sur la loge) et postérieur de l'expansion lamellaire labiale.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Ticinella primula, ainsi définie, apparaît dans l'Albien moyen (probablement à partir d'une Hedbergella qui lui ressemble morphologiquement et qui est elle-même dérivée de formes à 7 loges d'Hedbergella sp., aff. infracretacea, sans que la filiation directe ait pu être démontrée). Elle s'éteint tôt dans le Vraconien inférieur, en évoluant, peu avant son extinction, par l'acquisition progressive d'une convexité carénale, vers une Rotalipora très fugace, dont dérivera très vite R. appenninica.

Des diverses espèces et sous-espèces retenues par SIGAL à côté de T. primula, la seule aisément identifiable en fosse vocontienne semble être la T. raynaudi digitalis, qui apparaît un peu plus tardivement que T. primula et s'éteint également au Vraconien basal, mais qui est toujours rare et sporadique. Elle accompagne des Hedbergelles (à rapprocher d'H. amabilis ?) à tendance clavihedbergelloïde, également sporadiques, mais là non plus aucune filiation éventuelle n'a pu être objectivement détectée.

Genre ROTALIPORA BROTZEN, 1942

En 1964 (in C.R. som. S.G.F., p. 58-60) j'avais, dans ma classification de la superfamille des Globigerinacea, placé Rotalipora comme sous-genre du genre Globotruncana. Ce point de vue s'appuyait, en particulier, sur de nombreuses observations qui permettaient de démontrer que les ouvertures supplémentaires des Rotalipores ne sont dues qu'à une voussu-

re locale du rebord postérieur de l'expansion lamellaire labiale de chaque loge, en position supralabiale par rapport à la partie antérieure de l'expansion née de la loge précédente. Ces orifices "labiaux" ne constituent donc pas de véritables ouvertures, ils n'affectent pas la loge proprement dite et ne sont en quelque sorte qu'une émanation indirecte de celle-ci, contrairement à l'ouverture principale.

Il en est ainsi même chez les espèces évoluées de *Rotalipores* (ex. *R. cushmani*), où les ouvertures supplémentaires, surtout chez les loges les plus récentes, apparaissent pourtant en position nettement suturale et ont ainsi souvent été interprétées comme des "ouvertures camérales" : chez ces formes, une observation attentive montre que l'insertion de la partie postérieure de l'expansion lamellaire se situe très haut, très près de la périphérie, par suite du fort pincement adombilical médian de la loge proprement dite, et qu'ainsi l'ouverture supplémentaire, bien qu'éloignée de l'ombilic, est toujours le produit de l'expansion labiale.

Or chez *Globotruncana* les expansions lamellaires labiales, très développées, forment également par leurs replis des dispositifs compliqués, à vrai dire encore assez mal connus dans le détail et parfois interprétés (REISS, 1957; KLAUS, 1959; LOEBLICH et TAPPAN, 1964, etc. ...) comme des dispositifs de signification aperturale, mais là aussi uniquement labiaux.

Toutes ces constatations enlevaient, à mon avis, beaucoup de valeur au critère taxinomique appuyé sur la présence d'ouvertures supplémentaires, dans le cas de *Rotalipora* en particulier.

Il semble que malgré tout les deux taxons que j'avais ainsi réunis divergent par d'autres détails d'organisation, qui viennent s'ajouter à des dispositifs ombilicaux de même origine, certes, mais déjà légèrement différents dans leur réalisation.

On constate également, en effet, que l'ouverture principale, en position ombilicale-extraombilicale chez *Rotalipora*, est plus restreinte chez *Globotruncana*, par suite d'une faible extension extraombilicale. Certaines différences apparaissent aussi dans le mode de réalisation de la carène. Enfin les observations minutieuses de B. PORTHAULT (communication orale) tendent à démontrer que *Rotalipora* représente l'achèvement d'un phylum, qui n'évolue plus et qui ne possède ainsi, en particulier, aucune relation avec *Globotruncana*; l'origine de ce dernier doit plutôt être recherchée chez *Praeglobotruncana* et peut être aussi chez *Hedbergella*.

De telles considérations m'obligent donc à délaissier quelque peu mon premier point de vue et à séparer les deux genres, en les classant d'ailleurs en deux sous-familles distinctes à l'intérieur des *Globotruncanidae*.

Par contre on ne peut valablement scinder *Rotalipora* en deux sous-genres, *Rotalipora* s.s. et *Thalmanninella*, en s'appuyant sur le critère de position des ouvertures supplémentaires. D'une part, qu'elles soient en position ombilicale ou suturale, ces ouvertures, comme nous venons de le voir, ont la même origine. De plus leur position varie selon le stade d'évolution à l'intérieur d'une même espèce et, mieux encore, pour un même individu, selon l'âge de la loge considérée, par suite d'une migration centrifuge au cours de l'ontogénie.

Rotalipora ticinensis (GANDOLFI, 1942)

- 1942 - Globotruncana ticinensis, GANDOLFI, p. 113-115, pl. 2 fig. 3-4, pl. 4 fig. 8-11, 21-24, pl. 5 fig. 2, 4, pl. 8 fig. 3-7, pl. 11 fig. 5, pl. 12 fig. 1, pl. 13 fig. 9-11, 13.
- 1957 - Globotruncana (Thalmanninella) ticinensis subticinensis GANDOLFI; GANDOLFI, Notes on some species of Globotruncana, Cont. Cushm. Found. Foram. Res., 8 n° 2, p. 59, pl. 8 fig. 1.
- 1957 - Globotruncana (Thalmanninella) ticinensis ticinensis GANDOLFI; GANDOLFI, ibid., p. 59, pl. 8 fig. 2.
- 1959 - Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis ticinensis (GANDOLFI); KLAUS, Complexe schisteux intermédiaire, p. 804, pl. 1 fig. 1.
- v 1962 - Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis (GANDOLFI); FLANDRIN, MOULLADE, PORTHULT, p. 226, pl. 1 fig. 19-21, pl. 3 fig. 42-44.
- 1959 - Rotalipora (Thalmanninella) multiloculata (MORROW); KLAUS, p. 804-805, pl. 2 fig. 2.
- 1965 - Rotalipora klausii, LEHMANN, (sous presse).

J'ai eu l'occasion de noter plus haut (voir le chapitre sur Ticinella praeticinensis SICAL) combien le concept "R. subticinensis", érigé par GANDOLFI et repris par un certain nombre d'auteurs, perdait de sa rigueur et presque toute valeur pratique à l'examen de populations suivies niveau par niveau, en montant dans la série stratigraphique.

Habituellement, on définit la sous-espèce subticinensis par l'absence de carène à la dernière loge et par une ornementation suturale dorsale (faite de perles rapprochées qui se soudent ensuite, peu à peu, en un bourrelet continu) limitée aux tours internes et aux premières loges du dernier tour; par contre la sous-espèce ticinensis serait intégralement carénée et pourvue d'une telle ornementation dorsale sur toutes les loges.

En réalité, l'on assiste à l'évolution continue de ces deux caractéristiques, l'évolution étant d'ailleurs plus rapide en ce qui concerne la carène, ce qui mène à des individus déjà "ticinensis" par ce dernier caractère mais encore "subticinensis" par l'aspect incomplet de leur ornementation dorsale. Celle-ci va se réaliser progressivement avec tous les stades intermédiaires possibles et à des degrés variables pour les exemplaires d'un même niveau, sans que l'on sache jamais où placer exactement une coupure.

De toute manière, l'on constate que l'apparition du stade "ticinensis s.s." s'effectue très peu après celle du stade "subticinensis", de sorte que la division en deux sous-espèces, outre les inconvénients qu'elle offre quant à l'identification précise "aux limites", ne présente que fort peu d'intérêt au point de vue stratigraphique.

D'autres caractères encore vont d'ailleurs évoluer tout au long de l'existence de ce groupe, et indépendamment les uns des autres : les ouvertures supplémentaires labiales, encore longues et peu arquées chez les premiers représentants apparus, situées en position ombilicale à adombilicale et par là même souvent difficiles à distinguer, vont s'accuser peu à peu,

en se voussant et se renforçant, en même temps que débute une lente et légère migration centrifuge, différenciée selon les loges.

Peu avant l'extinction de l'espèce, on voit aussi apparaître peu à peu, tout d'abord chez quelques individus seulement, puis le phénomène s'étendra lentement, une sorte de renforcement adombilical des premières loges du dernier tour, préluant à l'apparition d'une véritable ornementation périombilicale.

Les attributs essentiels de Rotalipora ticinensis s.l., qui permettent en particulier de distinguer cette espèce de R. appenninica et de ses multiples variétés, demeurent donc, à mon avis :

- Un angle de raccordement plus élevé entre la face dorsale et la face latérale des dernières loges.
- L'absence d'un pincement adombilical des loges.
- Le très faible taux d'accroissement en hauteur du pas de la spire (d'où une allure générale moins "évolutive", au sens (impropre) de certains auteurs).
- L'absence de toute ornementation ventrale des loges.

Le nombre des loges ne paraît pas constituer un critère valable de distinction spécifique. En particulier les individus à loges plus nombreuses (de l'ordre de 8 à 9) (= Rotalipora (Thalmaninella) multiloculata sensu KLAUS, 1959, non MORROW = Rotalipora klausii LEHMANN, 1965), qui sont toujours rares au sein d'abondantes populations de R. ticinensis et dont la face dorsale n'apparaît pas toujours aussi bombée que celle de l'individu figuré par KLAUS, semblent bien ne représenter que des individus séniles de R. ticinensis, reliés aux formes typiques par des stades intermédiaires. Là encore, d'ailleurs, une telle subdivision n'apporte rien de plus sur le plan stratigraphique.

Répartition stratigraphique :

Apparue dans l'Albien supérieur (zone à Pervinqueria inflata), Rotalipora ticinensis demeure abondamment représentée jusque dans la partie inférieure du Vraconien inférieur; elle devient ensuite extrêmement rare et s'éteint à la limite du Vraconien inférieur et du Vraconien supérieur.

Rotalipora appenninica (RENZ, 1936)

(chapitre réalisé avec la collaboration de B. PORTHAULT)

1936 - Globotruncana appenninica, RENZ, Scaglia Apennin, p. 20, fig. 2, pl. 6 fig. 1-11, pl. 7 fig. 1, pl. 8 fig. 4.

1942 - Globotruncana appenninica RENZ, var. typica GANDOLFI et Globotruncana appenninica RENZ, s. str. GANDOLFI, p. 116-123, fig. 42 (2-3), fig. 43, fig. 44 (1-2, 5-7),

- pl. 2 fig. 5 (non 6), pl. 4 fig. 14 (non 13), pl. 5 fig. 6, pl. 6 fig. 4, pl. 9 fig. 3, 6, pl. 12 fig. 6, pl. 14 fig. 3-4.
- 1942 - *Globotruncana appenninica* RENZ, var. α GANDOLFI, p. 119, fig. 40, pl. 4 fig. 12, pl. 9 fig. 4, pl. 14 fig. 1.
- 1957 - *Globotruncana (Rotalipora) appenninica appenninica* RENZ; GANDOLFI, Notes on *Globotruncana*, p. 60, pl. 9 fig. 1.
- 1957 - *Globotruncana (Rotalipora) appenninica balernaensis*, GANDOLFI, *ibid.*, p. 60, pl. 8 fig. 3.
- 1959 - *Rotalipora (Thalmaninella) appenninica balernaensis* (GANDOLFI); KLAUS, *Complexe schisteux interméd.*, p. 808, pl. 3 fig. 2.
- 1959 - *Rotalipora (Thalmaninella) appenninica appenninica* (RENZ); KLAUS, *ibid.*, p. 808-810, pl. 3 fig. 3.
- 1961 - *Rotalipora appenninica* (O. RENZ); LOEBLICH et TAPPAN, *Cretac. plankt. Foraminif.* p. 296-297, pl. 7 fig. 11 (non fig. 12).
- 1961 - *Rotalipora balernaensis* (GANDOLFI); LOEBLICH et TAPPAN, *ibid.*, p. 297, pl. 8 fig. 11.
- 1962 - *Rotalipora appenninica appenninica* (RENZ); LUTERBACHER et PREMOLI-SILVA, *Rév. profil Gubbio, Riv. Ital. Paleont.*, 68 n° 2, p. 266-268, pl. 19 fig. 1-2, pl. 20 fig. 1-5, pl. 21 fig. 1-4.
- v 1962 - *Rotalipora appenninica gandolfii*, LUTERBACHER et PREMOLI-SILVA, *ibid.*, p. 267, pl. 19 fig. 3.
- v 1962 - *Rotalipora (Thalmaninella) appenninica* (RENZ); FLANDRIN, MOULLADE et PORTHAULT, *Microfoss. Crét. inf. vocont.*, p. 226 et 228, pl. 1 fig. 16-18, pl. 3 fig. 45-47.
- 1963 - *Rotalipora appenninica gandolfii* LUTERBACHER et PREMOLI-SILVA; LUTERBACHER in RENZ, LUTERBACHER, SCHNEIDER, *Alb. Neuenburg. Jura, Eclog. Geol. Helv.*, 56 n° 2, p. 108, pl. 8 fig. 2, 4.
- 1948 - *Rotalipora cushmani* MORROW var. *evoluta*, SIGAL, *Rev. Inst. Fr. Pétr.*, 3 n° 4, p. 100, pl. 1 fig. 3, pl. 2 fig. 2.
- 1961 - *Rotalipora evoluta* SIGAL; LOEBLICH et TAPPAN, p. 298-299, pl. 7 fig. 1-4.
- 1962 - *Rotalipora appenninica evoluta* SIGAL; LUTERBACHER et PREMOLI-SILVA, p. 268, pl. 20 fig. 5.

Plus encore que *Rotalipora ticinensis* (GAND.), *R. appenninica* (RENZ) a été l'objet d'un intense démantèlement en multiples sous-espèces, qui ne correspondent en fait le plus souvent qu'à des stades arbitrairement choisis à un moment donné d'une évolution continue.

Enumérons tout d'abord les diverses variétés reconnues, en indiquant brièvement les caractéristiques essentielles de chacune, à l'intérieur du groupe :

- *Rotalipora appenninica appenninica* (RENZ) (= *R. appenninica balernaensis* (GANDOLFI)) (en effet, comme l'ont justement noté KLAUS (1959) et LUTERBACHER - PREMOLI-SILVA (1962), la forme type de l'espèce de RENZ correspond à la variété α ou subsp. *balernaensis* de GANDOLFI, et non pas à la forme "*typica*" ou "*s. str.*" de ce dernier) :

- Absence de toute ornementation ventrale des loges.

- *R. appenninica gandolfii* LUTERBACHER et PREMOLI-SILVA (= *R. appenninica appennini-*

ca, sensu GANDOLFI) :

。 Présence de bourrelets périombilicaux, accompagnés d'un embranchement sutural (ce dernier ne se raccordant cependant pas à la carène) sur les premières loges du dernier tour.

- R. appenninica evoluta SIGAL :

。 Accroissement encore plus rapide de la hauteur de la spire, aboutissant en particulier à une dernière loge fortement prédominante.

- R. appenninica marchigiana BORSETTI (= Globotruncana appenninica var. γ GANDOLFI; non Rotalipora reicheli MORNOD; = R. aff. reicheli MORNOD sensu MALAPRIS et RAT) :

。 Face dorsale plane.

。 Angle de raccordement de la face dorsale et de la face latérale de la loge de valeur élevée (plus que chez R. ticinensis), avec en outre un fort surplomb ventral des loges sur l'ombilic.

。 Absence de bourrelets suturaux (une des différences avec R. reicheli MORNOD).

Nos propres observations nous empêchent de souscrire sans réserves à la validité intrinsèque des trois premières variétés.

R. appenninica gandolfii ne représente en effet qu'un stade d'évolution de R. appenninica appenninica, apparu assez vite et qui n'est qu'un premier jalon dans un processus continu qui mènera à R. greenhornensis MORROW (= R. brotzeni SIGAL). De plus, son utilité sur le plan stratigraphique est discutable.

R. appenninica evoluta n'est toujours représentée que par quelques rares individus, manifestement reliés à R. appenninica appenninica ou R. appen. gandolfii par des formes intermédiaires. D'une manière générale, d'ailleurs, la hauteur du pas de la spire, si elle constitue (entendue assez largement) un critère à peu près valable pour distinguer le groupe appenninica du groupe ticinensis, ne donne pas de résultats satisfaisants pour la différenciation à l'intérieur du groupe appenninica, à cause de la multiplicité des intermédiaires, qui rend toute estimation absolue fort aléatoire. Qui plus est, nous avons observé que ce critère varie indépendamment des critères ornementaux de la face ventrale des loges : tous les stades allant de formes peu évoluées à des formes évoluées se retrouvent aussi bien chez le type appenninica s. str. que chez le type appen. gandolfii.

Rotalipora appenninica marchigiana semble par contre représenter un type évolutif mieux délimité, plus stable et plus intéressant sur le plan stratigraphique, qu'il y a lieu de conserver.

Répartition stratigraphique :

Rotalipora appenninica s.l. apparaît dès le Vraconien basal (à partir de représentants de Ticinella primula qui acquièrent progressivement une convexité carénale) et se poursuit jusqu'au Cénomaniens moyen.

Rotalipora marchigiana apparaît assez haut dans le Vraconien supérieur et se poursuit dans le Cénomaniens (études en cours de B. PORTHAULT).

Il se trouve qu'à ces quatre sous-espèces décrites jusqu'à présent, nous pourrions en ajouter deux autres, inédites, qui correspondent elles aussi à des stades évolutifs :

- Rotalipora greenhornensis sensu KLAUS, 1959 (non MORROW).

Cette forme se caractérise essentiellement par la présence de bourrelets périombili-caux sur toutes les loges, à l'exclusion de la dernière, les bourrelets suturaux étant en principe absents de la face ventrale (à l'encontre de R. greenhornensis (MORROW)).

Cette définition constitue en fait un cas idéal, car on rencontre des individus dépourvus de bourrelets périombili-caux sur les deux, trois ou même quatre dernières loges, et d'autres qui montrent l'amorce de bourrelets suturaux sur les premières loges du dernier tour. D'autres caractères, accessoires, et jamais absolus eux non plus, permettent encore de définir cette forme :

- . Nombre de loges assez important, généralement 7,5 - 8.
- . Accroissement modéré de la hauteur du pas de la spire; ce phénomène est particulièrement net chez l'individu figuré par KLAUS (pl. 2 fig. 3), mais on rencontre malheureusement aussi de nombreux exemplaires plus "évolutés".
- . Renforcement marqué des lèvres des ouvertures supplémentaires.

Quand elle est typique, cette forme rappellerait un peu R. ticinensis, avec l'ornementation ventrale en sus; elle s'en distingue en outre par un pincement adombilical des loges plus marqué. L'angle de raccordement entre la face dorsale et la face latérale des loges peut également être assez fort, voisin de celui qu'on observe chez R. ticinensis, mais il peut aussi être beaucoup plus faible, identique à celui de R. appenninica.

La relative fluctuation de tous les critères distinctifs nous a retenus d'ériger cette forme en une espèce ou sous-espèce nouvelle. Nous nous sommes bornés, pour le moment, à la signaler à l'attention de nos confrères.

Son origine phylétique demeure imparfaitement élucidée. Nous n'avons pu déceler si elle dérive de R. ticinensis, dont certains individus évolués montrent souvent une tendance à l'acquisition de structures périombilicales, au moins sur les premières loges du dernier tour, ou bien si elle représente un des stades d'évolution de R. appenninica appenninica, différent de celui qui mène à R. appen. gandolfii.

Répartition stratigraphique : dans l'état actuel de nos recherches, cette forme semble limitée au Vraconien supérieur.

- Rotalipora aff. greenhornensis (MORROW) (= R. aff. brotzeni SIGAL) (= R. appenninica appenninica sensu LOEBLICH et TAPPAN 1961, pars : pl. 7 fig. 12).

Nous avons pu observer l'apparition de R. aff. greenhornensis à partir de certains individus de R. appenninica gandolfii, chez qui le bourrelet sutural ventral des premières loges

du dernier tour se raccorde avec le bourrelet carénal. Le phénomène, qui apparaît dès la base du Vraconien supérieur, se réalise très progressivement et concerne peu à peu un nombre de plus en plus élevé d'individus. Il affecte généralement des exemplaires d'assez petite taille, à l'accroissement modéré en hauteur du pas de la spire. Il continue ensuite à s'intensifier et aboutit au type greenhomensis proprement dit lorsque presque toutes les loges du dernier tour possèdent un bourrelet sutural branché sur la carène. Ce stade ultime d'évolution est à peu près atteint au Cénomanien basal, lorsqu'apparaissent les premières Rotalipora gr. montsalvensis MORNOD.

Dans notre optique, ces deux variétés ne devraient avoir, au moins pour le moment, aucune valeur sur le plan taxinomique, n'étant pas définies comme des "espèces" ou "sous-espèces", mais comme de simples jalons - sortes de repères personnels pour le paléontologiste - dans le schéma évolutif du phylum appenninica.

Sous-famille GLOBOTRUNCANINAE BROTZEN, 1942

Genre PRAEGLOBOTRUNCANA BERMUDEZ, 1952

Il a été admis jusqu'à présent que les représentants du genre Praeglobotruncana possédaient un dispositif apturo-ombilical simple, analogue à celui du genre Hedbergella par exemple : ouverture intériomarginale, ombilicale-extraombilicale, avec expansion lamellaire labiale moyennement développée, sans réalisation d'ouvertures supplémentaires labiales.

Chez le genre Globotruncana, par contre, les expansions lamellaires se montrent plus développées, avec des replis en forme de comets dans l'ombilic, d'une signification hypothétique, qui serait apturale pour certains auteurs (voir ci-dessus le chapitre consacré au genre Rotalipora).

Or une étude récente de M. CARON (1965, C.R. som. S.G.F., p. 217-218), consacrée au genre Praeglobotruncana et portant sur un matériel exceptionnellement bien conservé, a permis à cet auteur d'observer chez de nombreux représentants de diverses espèces du genre un dispositif ombilical identique à celui de Globotruncana; ce dispositif n'avait pas encore été décelé jusqu'à ce jour, par suite de la grande fragilité des plaques ombilicales.

De telles observations permettent donc, non pas de remettre en question le bien-fondé du concept Praeglobotruncana vis-à-vis de Globotruncana, car il existe encore d'autres critères, mineurs certes, pour différencier ces deux entités, mais de les rapprocher intimement. Ce point de vue vient en quelque sorte appuyer la position que j'avais adoptée en 1964 (in C.R.

som. S.G.F.), en faisant de Praeglobotruncana un sous-genre de Globotruncana. Il ne faut cependant pas perdre de vue que ma conception relevait d'un tout autre principe, qui tendait à minimiser l'importance, dans la hiérarchie des critères, des dispositifs aperturaux d'origine labiale.

Le problème devant être ultérieurement repris en détail par B. PORTHAULT, je me contenterai d'accorder pour le moment à Praeglobotruncana une acception générique; je le placerai cependant avec Globotruncana dans la sous-famille des Globotruncaninae, et non avec Hedbergella dans les Hedbergellinae, à l'encontre de LOEBLICH et TAPPAN (1964).

Praeglobotruncana delrioensis (PLUMMER, 1931)

- 1931 - Globorotalia delrioensis, PLUMMER, Texas Univ. Bull., n° 3101, p. 199, pl. 13 fig. 2.
- 1956 - Praeglobotruncana delrioensis (PLUMMER); BRONNIMANN et BROWN, Eclog. Geol. Helv., vol. 48 n° 2, (pars) p. 531, pl. 21 fig. 8-10, pl. 24 fig. 16-17.
- 1959 - Praeglobotruncana delrioensis (PLUMMER); KLAUS, Complexe schist. interméd., p. 793-794, pl. 6 fig. 1.
- 1961 - Praeglobotruncana delrioensis (PLUMMER); LOEBLICH et TAPPAN, Cret. plankt. Foraminif., p. 280, 282, 284, pl. 6 fig. 9-12.

Praeglobotruncana stephani (GANDOLFI, 1942)

- 1942 - Globotruncana stephani; GANDOLFI, p. 130-133, pl. 3 fig. 4-5, pl. 4 fig. 36-37, 41-45, pl. 6 fig. 4-6, pl. 9 fig. 5-8, pl. 13 fig. 5, pl. 14 fig. 2.
- 1942 - Globotruncana appenninica RENZ var. β ; GANDOLFI, p. 119, fig. 41 (2 a-b).
- 1956 - Praeglobotruncana delrioensis (PLUMMER); BRONNIMANN et BROWN, p. 532 (pars).
- 1957 - Globotruncana (Globotruncana) stephani stephani GANDOLFI; GANDOLFI, Notes on Globotruncana, p. 62, pl. 9 fig. 3.
- 1959 - Praeglobotruncana stephani stephani (GANDOLFI); KLAUS, p. 794-795, pl. 6 fig. 2.
- 1961 - Praeglobotruncana stephani (GANDOLFI); LOEBLICH et TAPPAN, p. 284, 286, 288, 290 (pars).

Selon BRONNIMANN et BROWN (1956), l'acception donnée à P. delrioensis devrait également englober le concept "stephani". Cette opinion est combattue par REICHEL (1957), KLAUS (1959, 1960), LOEBLICH et TAPPAN (1961).

Je serais personnellement enclin à admettre le point de vue de BRONNIMANN et BROWN, étant donné que j'ai pu constater que les deux espèces apparaissent presque en même temps (en fosse vocontienne en particulier le décalage d'apparition est très faible), et qu'elles

coexistent longuement dans les mêmes niveaux, où elles sont toujours reliées par des formes intermédiaires. D'ailleurs, il a déjà été noté par maints auteurs que chez les Globotruncanidae, du moins chez les genres ou sous-genres peu "spécialisés" (tels Hedbergella, Clavhedbergella), la hauteur axiale de la trochospire dorsale ne pouvait être valablement prise en considération en tant que critère spécifique.

P. delrioensis et P. stephani, apparus au Vraconien, sont cependant essentiellement des espèces cénomaniennes et je laisserai à mon collègue B. PORTHAULT le soin de la décision à prendre à leur sujet (mise en synonymie ou conservation des deux entités). Je me bornerai à indiquer ici leurs moments d'apparition respectifs, soit le Vraconien basal pour P. delrioensis (à peu près en même temps que Rotalipora appenninica), et très peu avant dans le Vraconien inférieur pour P. stephani. Elles s'épanouissent ensuite rapidement dans le Vraconien plus élevé, où elles sont constamment et abondamment représentées.

Famille HANTKENINIDAE CUSHMAN, 1927

Dans cette famille je regroupe l'ensemble des Globigerinacea qui possèdent un enroulement planispiralé à peu près réalisé au moins dans le stade adulte et une ouverture principale périphérique; le test de ces organismes montre ainsi, en principe, un plan de symétrie perpendiculaire à l'axe d'enroulement.

Sous-famille HANTKENININAE CUSHMAN, 1927

Les loges des Hantkeninininae sont dotées de prolongations en forme d'épines, simples ou multiples, ou bien en forme d'ampoules ou de palettes.

Genre SCHACKOINA THALMANN, 1932

(= LEUPOLDINA BOLLI, 1957)

Je partage entièrement l'avis de SIGAL (1959), relatif à la mise en synonymie de Leupoldina avec le genre Schackoina. Mes propres observations à ce sujet ne font que confirmer les siennes et établissent avec certitude que chez les Schackoïnes de l'Aptien le nombre des ampoules par loge, de même que la tendance au dédoublement de l'ouverture principale, ne peuvent constituer un critère générique ou même seulement spécifique.

Le groupe des Schackoïnes de l'Aptien supérieur (S. cabri, S. pustulans, S. reicheli) se distingue des espèces vracono-cénomaniennes (S. moliniensis, S. bicornis, S. cenomana) par la disposition scorpioïde, et non radiale, des loges; d'autre part les prolongations des loges s'achèvent, après un rétrécissement momentané, par des ampoules ou des palettes ("bubble - or bubble - shaped extension" de BOLLI) et non pas par de simples épines.

Le test des Schackoïnes, bien que planispiralé, n'est cependant jamais idéalement symétrique; toutefois la dissymétrie de l'enroulement demeure faible; le même phénomène se retrouve chez la plupart des représentants du genre Globigerinelloides.

Il faut enfin signaler la grande valeur chronostratigraphique de ces organismes : ils possèdent toujours une durée de répartition fort brève et très constante; de plus ces formes pélagiques peuvent aisément être retrouvées jusqu'en des faciès très littoraux.

Schackoina cabri SIGAL, 1952

- 1952 - Schackoina cabri, SIGAL, Micropaléont. Crétacé, p. 20-21, fig. 18.
1957 - Leupoldina protuberans, BOLLI, Schackoina and Leupoldina in Trinidad, Eclog. Geol. Helv., 50 n° 2, p. 277, pl. 2 fig. 1-13 (p. parte ?).
1957 - Schackoina pustulans pustulans et Schackoina pustulans quinquecamerata, BOLLI, ibid., p. 274-275, pl. 1 fig. 1-7 (p. parte ?).
? 1959 - Schackoina cabri SIGAL; SIGAL, Schackoina et Leupoldina, p. 72-74, fig. 19 à 46.
v ? 1962 - Schackoina cabri SIGAL; FLANDRIN, MOULLADE, PORTHAULT, Microfoss. Crét. inf. vocont., p. 224, pl. 3 fig. 28.

Schackoina pustulans BOLLI, 1957

- 1957 - Schackoina pustulans pustulans et Schackoina pustulans quinquecamerata, BOLLI, ibid., p. 274-275, pl. 1 fig. 1-7 (p. parte ?).

- 1957 - *Leupoldina protuberans*, BOLLI, *ibid.*, p. 277, pl. 2 fig. 1-13 (p. partie ?).
? 1959 - *Schackoina pustulans* BOLLI; SIGAL, *op. cit.*, p. 70-72, fig. 1-18, 47.

En 1952, SIGAL décrit très sommairement son espèce *Schackoina cabri*, en des terrains aptiens d'Algérie; sa définition était accompagnée de la figuration d'un exemplaire au test fortement biévolute (plus de deux tours d'enroulement visibles extérieurement).

En 1957, BOLLI créa *Schackoina pustulans* ainsi que *Leupoldina protuberans*, provenant de niveaux de la Trinité d'un âge identique à ceux de l'espèce de SIGAL. Les critères différenciant les deux formes de la Trinité portent essentiellement sur le nombre d'ampoules par loge ainsi que sur des distinctions d'ordre apertural, sans que mention soit faite du degré de recouvrement des tours internes et sans que soit abordée une étude comparative avec *S. cabri*.

SIGAL, en 1959, reprenant l'étude du groupe à l'aide de minutieuses observations qui portent principalement sur un riche matériel vocontien, démontre la non-validité du genre *Leupoldina* de BOLLI, place *L. protuberans* en synonymie avec *Schackoina cabri*, mais conserve toutefois *S. pustulans* en tant qu'espèce distincte. Par contre il attribue à cette dernière un enroulement assez fortement évolute, tandis qu'il caractérise *S. cabri*, en une nouvelle et exhaustive description, par un enroulement presque involute, les tours internes n'étant au plus que très partiellement visibles extérieurement.

Donc, d'une part, l'acception la plus récente de *S. cabri* par son propre auteur ne correspond pas à la figuration qui accompagne la diagnose originale de l'espèce. D'autre part, l'idée que se fait SIGAL de *S. pustulans* est arbitraire et ne découle absolument pas des descriptions et des figurations de BOLLI, où voisinent formes évolutées et formes involutes aussi bien pour *S. pustulans* que pour *Leupoldina protuberans*; BOLLI est en effet parti de critères tout-à-fait différents (nombre d'ampoules par loge, ouverture) pour caractériser ses deux formes et les distinguer l'une de l'autre, la nature de l'enroulement n'étant par contre pas même prise en considération.

En conséquence, si l'on admet que la figuration donnée par SIGAL en 1952 correspond effectivement aux caractéristiques de l'individu dessiné, on ne peut justifier qu'aujourd'hui le concept *cabri* s'applique de manière restrictive aux formes plus involutes, dans le cas où un statut taxinomique distinct serait également accordé au concept concernant les formes plus évolutées. SIGAL aurait dû, à l'inverse, dénommer "*S. cabri*" les exemplaires à l'enroulement interne le mieux visible et attribuer à "*S. pustulans*", qui prend le pas sur *L. protuberans* par simple priorité de page dans l'ouvrage de BOLLI, les exemplaires des fig. 2, 4, 5 (pl. 1), et 5, 8, 9, 12 (pl. 2), de cet auteur (une révision directe du matériel d'origine étant d'ailleurs préférable).

En fait il semblerait (communication orale de l'auteur) que l'individu dessiné en 1952 fut un représentant atypique, déformé même, et mal conservé, et qu'il faille ne prendre en considération, pour définir *S. cabri*, que l'exhaustive révision de 1959;

En fosse vocontienne, les Schackoïnes sont abondamment représentées au Gargasien inférieur. Au cours de l'étude approfondie de nombreuses populations, suivies comme toujours

niveau par niveau, j'ai également pu isoler deux types, parmi les individus bien conservés, absolument identiques par tous leurs caractères, à l'exception de l'allure de l'enroulement. Chez l'un on distingue aisément le tour interne, chez l'autre (moins fréquent d'ailleurs) ce dernier s'identifie malaisément, le test étant moins évolue, bien que souvent encore faiblement biévolue.

On constate également que ces deux types morphologiques, dans toutes les coupes étudiées, possèdent rigoureusement la même répartition stratigraphique. Il est donc permis de s'interroger quant au bien-fondé de la conservation de deux espèces, la seule dissemblance relevée pouvant, peut-être, n'être due qu'à un phénomène de dimorphisme au sein d'une même entité spécifique ?

Quoiqu'il en soit, et hors de toute préoccupation taxinomique, en faisant primer une fois de plus le point de vue de l'utilisateur, il ne semble y avoir aucun intérêt à imposer à ce dernier le fastidieux travail de séparation des deux formes, sans qu'il puisse obtenir un résultat stratigraphique plus précis que les données fournies par la seule étude de la même population indivise. Rien que pour cela je serais déjà d'avis de faire entrer S. pustulans BOLLI, 1957 en synonymie avec S. cabri SIGAL, 1952.

Répartition stratigraphique (Sud-Est de la France) :

S. cabri est restreinte au Gargasien inférieur (zone à Aconeceras nisum). A La Bédoule et à Gargas, son apparition franche correspond exactement à la limite du Bédoulien et du Gargasien (MOULLADE, Colloque Crétacé inférieur, Lyon, 1963).

Schackoina reicheli BOLLI, 1957

1957 - Schackoina reicheli, BOLLI, Schackoina and Leupoldina in Trinidad, p. 275, pl. 1 fig. 8-10.

1959 - Schackoina reicheli BOLLI; SIGAL, Schackoina et Leupoldina, p. 74, fig. 48-49.

Cette espèce est toujours rarissime en fosse vocontienne : parmi des milliers d'exemplaires de Schackoines aptiennes, je n'ai pu observer que quelques individus relevant de S. reicheli; elle se rencontre dans les mêmes niveaux que S. cabri et s'en distingue morphologiquement par ses loges beaucoup plus étirées en longueur.

Schackoina moliniensis REICHEL, 1947

1947 - Schackoina moliniensis, REICHEL, Hantkéninidés Scaglia et Couches rouges, Eclogae Geol. Helv., 40 n° 2, p. 402, fig. 5, 6 (5), 7 (5), 8 c, 10 (13).

Schackoina bicornis REICHEL, 1947

1947 - *Schackoina cenomana* (SCHACKO) subsp. *bicornis*, REICHEL, *ibid.*, p. 400, fig. 4, 6 (4), 7 (4), 8 b, 9, 10 (6, 8-9).

Sans vouloir dès maintenant conclure officiellement à une synonymie entre ces deux formes, je tiens cependant à souligner leurs grandes affinités. Elles possèdent toutes deux la même organisation générale, mais chez S. bicornis seule la dernière loge possède deux épines, les autres n'en ayant qu'une (formule : 1 1 1 2), tandis que chez S. moliniensis le nombre des loges à deux épines est toujours supérieur à l'unité, la disposition bi-spinale partant de la dernière loge et remontant plus ou moins la spire (formules les plus fréquentes : 1 1 2 2, 1 2 2 2).

En tout état de cause, le type moliniensis se montre, en fosse vocontienne, beaucoup plus fréquent que le type bicornis; en outre, ce dernier apparaît un peu plus tardivement que le premier; cette constatation a peut-être une valeur uniquement locale, étant donné la faible fréquence de ce type et, d'une manière générale, la rareté relative des Schackoïnes vraconocénomaniennes en fosse vocontienne. Cette rareté amoindrit malheureusement la valeur, sur le plan de l'utilisation stratigraphique, de ces organismes à la répartition apparemment très limitée.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

S. moliniensis : Vraconien supérieur; elle semble passer dans le Cénomaniens basal, sans se perpétuer très longuement (études en cours de B. PORTHAULT).

S. bicornis : cette forme apparaît en des niveaux assez élevés du Vraconien supérieur, et doit elle aussi franchir quelque peu la limite du Vraconien et du Cénomaniens.

Schackoina cenomana (SCHACKO, 1897)

1897 - *Siderolina cenomana*, SCHACKO, *Foraminif. Cenoman. Mecklenburg*, p. 166, pl. 4 fig. 3-5.

Cette espèce paraît appartenir au même groupe que Schackoina moliniensis-bicornis, dont elle diffère en n'ayant jamais plus d'une épine par loge. En fosse vocontienne elle est toujours très rare et apparaît plus tardivement que les deux précédentes, soit à peu près à la limite du Vraconien et du Cénomaniens (je ne l'ai encore jamais observée en des niveaux vraconiens). Des études sont actuellement en cours (B. PORTHAULT) pour préciser la limite supérieure de son extension stratigraphique.

Il me faut enfin noter, pour être complet, un phénomène intéressant qu'il sera peut-

être possible d'élucider en des régions plus favorables que la fosse vocontienne. Dans quelques-unes de mes coupes (Lesches-en-Diois, Lachau près Séderon, Villefranche-le-Château près Séderon) j'ai observé la présence de quelques rares Schackoïnes dans les tout premiers niveaux de l'Albien inférieur.

Les formes identifiées se caractérisent par un test faiblement à moyennement bi-évo-lute, avec cependant une légère dissymétrie entre les deux faces, montrant 4, 5 - 5 loges au dernier tour; la disposition de ces loges est scorpioïde. Les trois dernières portent chacune une seule épine (et non une ampoule), les deux premières demeurant globigériniformes (formule : 0 0 1 1 1).

Le trop petit nombre d'exemplaires recueillis, ainsi que les caractéristiques très particulières des quelques individus considérés, m'empêchent de rapprocher ces formes d'une espèce déjà décrite, sans m'autoriser cependant à créer pour elles une nouvelle dénomination.

Sous-famille PLANOMALININAE BOLLI, LOEBLICH, TAPPAN, 1957

Genre GLOBIGERINELLOIDES CUSHMAN et TEN DAM, 1948

(= BIGLOBIGERINELLA LALICKER, 1948)

Les travaux de LOEBLICH et TAPPAN (1957, en collaboration avec BOLLI, et 1961) ont clairement démontré que toutes les formes attribuées jusqu'à présent au genre Globigerinella CUSHMAN, 1927, ne devaient pas être dénommées ainsi génériquement. En effet l'espèce-type de Globigerinella (Globigerina aequilateralis BRADY, 1879) est congénérique avec l'espèce-type d'Hastigerina THOMSON, 1876 (H. murrayi THOMSON, 1876).

On ne peut cependant rattacher au genre Hastigerina les formes mésozoïques qui sembleraient devoir lui appartenir par leur enroulement planispiralé, car elles en diffèrent par leur ouverture qui est plus basse et possède une extension bi-latérale très marquée, avec une lèvre; cette extension peut s'accompagner d'un prolongement adombilical centripète. L'ensemble de ces structures, qui se conservent à mesure chez les loges plus anciennes, forme un dispositif aperturo-ombilical "relicte" sur chacune des deux faces du test.

Or, l'espèce Globigerinelloides algerianus CUSHMAN et TEN DAM, type du genre Globigerinelloides, se caractérise également par un tel dispositif apertural. Pour cette forme on ne doit pas, d'autre part, considérer comme caractéristique générique, ni même spécifique, la tendance au déroulement et à l'allongement radial et centrifuge des dernières loges

que manifestent les deux individus figurés par CUSHMAN et TEN DAM. L'observation d'abondantes populations de Globigerinelloides algérianus et de formes affines montre effectivement qu'il doit plutôt s'agir de tendances en relation avec la sénilité propre des individus, ou alors avec l'extinction de l'espèce.

Elles apparaissent tardivement pour chaque phylum, sont toujours limitées à un très petit nombre d'individus et elles affectent le plus souvent ceux qui possèdent un nombre de loges nettement supérieur à la moyenne de l'espèce considérée : 12-13 loges et plus pour G. algérianus (typique et abondamment représentée à 10-11 loges), 9 - 9,5 loges, au lieu de 8, pour G. ferreolensis.

Il paraît donc tout-à-fait logique de suivre LOEBLICH et TAPPAN, qui rattachent au genre Globigerinelloides l'ensemble des formes mésozoïques naguère encore considérées comme des Globigerinelles.

De même que les Hedbergelles, et peut-être encore plus qu'elles, les Globigerinelloides du Crétacé moyen et supérieur posent de sérieux problèmes - de par leurs étroites possibilités de diversification - pour leur identification spécifique. Le seul critère utilisable paraît, à l'usage, ne porter que sur le nombre des loges au dernier tour; encore faut-il tenir compte d'une certaine latitude de variation, car il s'agit, là encore, d'un phénomène continu et les coupures pratiquées seront artificielles.

En outre, tout comme pour leurs homologues trochospiralées, le problème est encore rendu plus complexe, chez ces formes à faible éventail de différenciation, par l'existence de phénomènes de convergence. On ne peut en effet que songer à une homéomorphie pour expliquer l'apparition, à des périodes diverses séparées par des coupures plus ou moins longues, de types spécifiques absolument identiques par leur morphologie et qui ne diffèrent en fait que par leur âge.

Ce problème sera à nouveau envisagé ci-dessous, à l'aide d'exemples précis, au cours des descriptions spécifiques.

Pour l'établissement de la synonymie entre Biglobigerinella et Globigerinelloides, je renvoie le lecteur à l'excellente étude de RUGGIERI (1963) dont je partage entièrement les conclusions.

Globigerinelloides blowi (BOLLI, 1959)

pl. 8 fig. 24-26

1959 - Planomalina blowi, BOLLI, Plankt. Foraminif. Cretac. Trinidad, p. 260, pl. 20 fig. 2-3.

1959 - Planomalina maridalensis, BOLLI, ibid., p. 261, pl. 20 fig. 4-6.

v 1961 - Globigerinella duboisii, CHEVALIER, Foraminif. Crétacé inf. méditerr., p. 33, pl. 1 fig. 14-18.

- v 1961 - *Globigerinella gottisi*, CHEVALIER, *ibid.*, p. 32-33 (p. parte : formes à 5 loges seulement, i. e. pl. 1 fig. 9-11, 13, non fig. 12).
- v 1962 - *Globigerinella escheri* (KAUFMANN); FLANDRIN, MOULLADE, PORTHault, *Microfoss. Crét. inf. vocont.*, p. 222-224, pl. 1 fig. 10-11, 14-15, pl. 3 fig. 33-35.
- v 1965 - *Globigerinelloides gr. escheri* (KAUFMANN); MOULLADE, *Zonat. micropaléont. Apt. Alb. vocont.*, p. 48 et in tableau.

Cette espèce se caractérise par un test planispiralé faiblement à moyennement bi-évolute, au contour plutôt lobé, montrant au dernier tour de 4 à 5 loges qui s'accroissent assez rapidement en hauteur à mesure qu'elles s'ajoutent les unes aux autres.

La synonymie entre l'espèce de BOLLI et les formes du Sud-Est de la France décrites plus récemment par CHEVALIER (*G. duboisi*, à 4 - 4,5 loges, à laquelle on peut raisonnablement adjoindre (nombreux stades intermédiaires) les exemplaires à 5 loges de *G. gottisi*) ne fait absolument aucun doute, à en juger par les figurations, descriptions et répartitions stratigraphiques données par chacun des deux auteurs.

D'autre part l'étude des riches populations vocontiennes permet de comprendre que le concept "*maridalensis*" de BOLLI s'applique à des individus déformés par compression diagénétique; on peut aisément les relier, grâce à toute une gamme d'exemplaires de moins en moins déformés, à *Globigerinelloides blowi*, qui représente la même forme dans toute son intégrité.

Par contre la validité propre de cette dernière espèce me paraît suspendue à une meilleure redéfinition de *Globigerinelloides escheri* (= *Nonionina escheri*), espèce certainement très compréhensive, décrite et figurée par KAUFMANN (*in* HEER, *Die Urwelt der Schweiz*, p. 108, 1865).

En effet KAUFMANN a donné une acception très large à sa *Nonionina escheri* : il a figuré des exemplaires à 5 loges aussi bien qu'à 6, d'accroissement rapide ou modéré en hauteur, de contour plus ou moins lobé (loges plus ou moins détachées). La répartition stratigraphique qu'il lui accorde ne donne pas non plus d'indication très précise, puisqu'elle irait du Gault au Crétacé supérieur inclus.

BRONNIMANN (1952), confronté à ce problème du fait qu'il pensait avoir retrouvé l'espèce de KAUFMANN en un matériel provenant du Crétacé supérieur de la Trinité, la redéfinissait assez arbitrairement - mais pouvait-il en être autrement ? - comme une *Globigerinella* qui possède typiquement 6 loges et qui est assez nettement bi-évolute et peu comprimée bilatéralement. Il va même jusqu'à désigner la fig. 110a du travail originel de KAUFMANN comme représentant le lectotype de l'espèce. L'exemplaire ainsi désigné montre 5 loges, un contour lobé et un accroissement rapide des loges en hauteur. Aucune de ces résolutions ne repose sur une étude du matériel de KAUFMANN ou de topotypes : on peut seulement dire qu'il s'agit là de la conception de *G. escheri* par BRONNIMANN.

BOLLI en 1959 se réfère à l'interprétation de ce dernier, tout en étendant vers le bas la répartition stratigraphique observée à la Trinité; elle débiterait, selon lui, dès la partie moyenne de l'Aptien supérieur ("*Biglobigerinella barri* zone", équivalant sans doute à notre

sous-zone à Globigerinelloides algerianus). Il figure des exemplaires qui paraissent identiques aux formes à 6 loges de G. gottisi (CHEVALIER), espèce aptienne.

Tant que subsistera cette confusion, je prends le parti d'attribuer aux formes aptiennes la dénomination "Globigerinelloides blowi (BOLLI)", qui de toute manière a priorité sur G. duboisi, sous réserve de modifications ultérieures dans le cas où G. escheri serait sérieusement réétudiée à l'aide de matériel-type.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

G. blowi apparaît à l'extrême sommet du Bédoulien, s'épanouit au Gargasien inférieur (zone à Schackoina cabri) et persiste quelque peu dans les niveaux de base du Gargasien supérieur, en s'éteignant très peu après l'apparition de G. algerianus.

Globigerinelloides gottisi (CHEVALIER, 1961)

v 1961 - Globigerinella gottisi, CHEVALIER, Foraminif. Crét. inf. méditer., p. 32-33, p. par-
te : pl. 1 fig. 12, non pl. 1 fig. 9-11, 13.

Il s'agit là encore d'une dénomination provisoire, jusqu'à ce que G. escheri (KAUFMANN) soit redéfinie de manière indiscutable. D'autre part je restreins l'acception de cette espèce aux formes à 6 ou même à 6,5 loges, ayant déjà explicité dans le précédent chapitre le bien-fondé du rattachement des formes à 5 loges au concept "blowi".

Toujours rares et sporadiques, ces Globigerinelloides à 6 - 6,5 loges, déjà plus nettement biévolutes que G. blowi, sont en fait reliés à cette dernière espèce par toutes les transitions de 5 à 6 loges : comme d'habitude l'on assiste à une évolution continue et les coupures sont imprécises, le glissement s'observant très progressivement lorsque l'on dispose d'un échantillonnage suffisamment serré pour pouvoir le suivre pas à pas.

De la même manière, un peu plus haut dans la série gargasienne, on observera un glissement de 6 - 6,5 à 7 loges, soit vers les tout premiers représentants de G. ferreolensis (MOULLADE). Il faut noter que l'augmentation du nombre des loges s'accompagne d'un accroissement de la partie visible des tours internes et d'une présence mieux affirmée des ouvertures relictées (celles-ci étant assez rarement visibles chez G. blowi, sauf sur les loges les plus récentes du dernier tour); l'ourlet marginal de ces ouvertures s'accuse et l'on observe en même temps l'amorce progressive d'un développement de l'extension adombilicale, en forme d'expansion lamellaire labiale.

Ce dernier phénomène va provoquer un basculement des ouvertures relictées qui, de la position parallèle au sens de l'enroulement qu'elles occupaient chez G. blowi et les premières G. gottisi, vont prendre peu à peu, par l'intermédiaire de stades transitoires (fréquents chez G. ferreolensis) la position presque radiale, classique chez G. algerianus. Dans cette optique G. gottisi représente donc un "pont" évolutif entre le groupe blowi et le groupe algerianus, permettant ainsi de relier entre eux tous les Globigerinelloides de l'Aptien.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Il s'agit d'une forme de médiocre intérêt au point de vue stratigraphique; apparaissant peu après G. blowi, elle persiste durant tout l'Aptien supérieur et s'observe même encore dans l'Albien initial. De plus elle est toujours faiblement et sporadiquement représentée.

Globigerinelloides ferreolensis (MOULLADE, 1961)

pl. 9 fig. 1-3

- v 1961 - Biticinella ferreolensis, MOULLADE, Foraminif. et Ostracodes Crétacé inf. vocont., p. 214, pl. 1 fig. 1-5.
- v 1961 - Biglobigerinella sigali, CHEVALIER, Foraminif. Crétacé inf. méditerr., p. 33-34, pl. 1 fig. 19-23.
- v 1962 - Biticinella ferreolensis MOULLADE; FLANDRIN, MOULLADE, PORTHault, p. 224, pl. 3 fig. 39-41.
- v 1965 - Globigerinelloides ferreolensis (MOULLADE); Zonat. micropaléont. Apt. Alb. vocont., p. 48 et in tableau.

Diagnose :

Espèce du genre Globigerinelloides, dont le test, nettement biévolute, comporte de 7 à 9 loges au dernier tour, à l'accroissement en hauteur très modéré à presque nul, à peu près aussi hautes que larges en vue latérale.

Cette brève définition correspond aux formes les plus typiques et les plus fréquemment représentées (pl. 9, fig. 3). Elle s'applique aux exemplaires qui ont illustré le concept original de l'espèce. En réalité on peut rencontrer plusieurs variations.

On s'aperçoit en effet qu'à côté du type morphologique qui vient d'être précisé, il en existe un autre qui s'en éloigne quelque peu par suite d'un accroissement en hauteur des loges plus accentué, sans être excessif cependant; cet accroissement s'accompagne parfois d'une amorce de déroulement du test, qui se manifeste au niveau de la dernière loge (pl. 9 fig. 1-2). Ce dernier phénomène est d'ailleurs également observé, avec plus d'ampleur, chez Globigerinelloides algerianus.

Les deux types morphologiques possèdent la même répartition stratigraphique, en niveau et en durée, et il semble exclus qu'il s'agisse de deux espèces différentes. Du fait que le même processus se retrouve chez d'autres espèces du genre, je suis amené à penser qu'il pourrait résulter d'un phénomène de dimorphisme.

Une autre variation possible porte sur le degré d'élargissement de la dernière loge (vue de profil), plus ou moins marqué selon les exemplaires. Le plus souvent modéré, il peut parfois s'accroître et même, par une infinité de stades intermédiaires, le phénomène peut aller jusqu'à la bilobation de la dernière loge; il s'accompagne alors d'une dichotomisation plus

ou moins complète de l'ouverture principale (stade "Biglobigerinella sigali"). Statistiquement cependant le processus apparaît sporadique et n'affecte jamais qu'une très faible fraction des populations représentées.

G. ferreolensis dérive phylogénétiquement de G. gottisi (forme à 6 loges) et elle engendre G. algerianus (forme à 10 loges et plus). Les liens évolutifs peuvent être suivis très graduellement au moyen d'échantillonnages appropriés.

J'ai décrit primitivement cette espèce comme appartenant au genre (morphogénre en fait) Biticinella SIGAL, 1956. En effet les techniques de lavage que j'utilisais alors pour les sédiments vocontiens ne m'avaient livré qu'un matériel de conservation médiocre (ombilics mal dégagés de leur gangue), chez lequel je crus déceler la présence d'ouvertures supplémentaires. En observant ultérieurement la même espèce dans de meilleures conditions de fossilisation (à La Bédoule et surtout à Gargas), et en appliquant simultanément au matériel vocontien des méthodes plus modernes de lavage et de traitement de la microfaune, j'ai pu constater qu'elle ne possédait en fait que de simples ouvertures relictées, analogues à celles de Globigerinelloides algerianus.

Rapports et différences :

La distinction d'avec "Globigerinelloides" breggiensis (GANDOLFI) est aisée, non pas grâce au nombre de loges, souvent du même ordre, mais par plusieurs autres caractéristiques de détail.

Chez "G." breggiensis, le taux d'accroissement des loges en largeur (selon l'axe d'enroulement) subit une accélération importante, qui se marque dès le début du dernier tour et entraîne la formation d'un test constamment plus épais en section, plus globuleux, avec un surplomb adombilical des dernières loges, par rapport aux tours internes, beaucoup plus accusé et, corrélativement, avec une dépression ombilicale plus profonde (mais plus étroite). En outre le test est toujours un peu plus involute (tours internes extérieurement moins visibles).

En plus des ouvertures relictées, il y a parfois chez "Globigerinelloides" breggiensis un développement (plus ou moins bilatéral) de structures aperturales supplémentaires, du type reconnu chez Ticinella roberti. Enfin, différence essentielle, le test se montre beaucoup plus grossièrement perforé chez l'espèce de GANDOLFI (il est tout-à-fait comparable, par sa texture, à celui de Ticinella roberti (sensu MOULLADE, 1966)).

Par contre la distinction entre Globigerinelloides ferreolensis et G. eaglefordensis (MOREMAN) est beaucoup plus délicate, au point que j'envisage la possibilité d'un phénomène de convergence entre ces deux formes.

En dehors de quelques minces éléments objectifs de différenciation, portant sur certains caractères que j'analyserai ci-dessous, de multiples considérations plaident en faveur de cette hypothèse. Tout d'abord le hiatus dans la répartition stratigraphique : G. ferreolensis, forme aptienne, s'éteint au Gargasien supérieur; G. eaglefordensis n'apparaît que très peu avant le Vraconien, durant lequel elle persiste (ainsi qu'au Cénomanién).

D'autre part, les deux espèces ne semblent pas avoir les mêmes "prolongements évo-

lutifs" : G. ferreolensis engendre des formes biglobigerinelloïdes, ainsi qu'une espèce à grand nombre de loges (G. algerianus), processus dont on ne retrouve pas les homologues au cours du Vraconien. Qui plus est, en se carénant quelques mutants de G. ferreolensis se transforment en Planomalina cheniourensis SIGAL, forme du Gargasien sommital et du Clansayésien, qui est spécifiquement et objectivement différente de Planomalina buxtorfi (GANDOLFI), dérivée de G. eaglefordensis au Vraconien basal.

Ces phénomènes militent donc déjà en faveur de l'existence de deux phylums distincts. Mais par de minutieuses observations, il est même possible de discerner entre eux quelques légères différences morphologiques.

G. ferreolensis possède toujours de 7 à 9 loges, alors que chez G. eaglefordensis l'éventail de variation s'étend de 6 à 8 loges. Chez l'espèce vraconienne les ouvertures relictées apparaissent beaucoup moins basculées radialement et demeurent, au contraire, presque parallèles au sens de l'enroulement; l'expansion labiale, moins nettement ourlée marginalement, n'est pas étirée en direction de l'ombilic.

De plus les premières loges du dernier tour se montrent, statistiquement, beaucoup plus souvent rugueuses chez G. ferreolensis, quel que soit le type morphologique; chez G. eaglefordensis, par contre, cette rugosité initiale du test, de toute manière plus rarement réalisée, est limitée aux formes plus évolutives, dont les loges présentent un faible accroissement en hauteur : l'autre type morphologique est toujours totalement glabre. Enfin chez les deux éléments du couple ferreolensis les tours internes sont toujours proportionnellement un peu plus visibles, d'où une dépression ombilicale légèrement plus vaste.

Un tel exemple d'homéomorphie présente beaucoup d'intérêt, car il n'est pas poussé au point d'être indémontrable. Son existence quasi-certaine permet d'avancer avec beaucoup plus de vraisemblance une explication similaire pour d'autres cas apparemment plus litigieux, où l'identité morphologique est plus poussée, les repères évolutifs sont absents, le hiatus stratigraphique plus faible ou toute autre preuve indirecte moins accusée.

Répartition stratigraphique :

En fosse vocontienne Globigerinelloides ferreolensis apparaît juste au-dessus de la zone à Schackoina cabri. Elle est assez abondamment représentée dans la partie moyenne du Gargasien supérieur et se raréfie dans les termes plus élevés, pour s'éteindre avant que débute le Clansayésien.

Globigerinelloides algerianus CUSHMAN et TEN DAM, 1948

pl. 9 fig. 15

1948 - Globigerinelloides algeriana, CUSHMAN et TEN DAM, Globigerinelloides, p. 43, pl. 8 fig. 4-6.

1958 - Globigerinelloides algeriana CUSH. et T. DAM; FRANCOIS et SIGAL, C.R. som. Soc. géol. France, p. 125, fig. 1.

- 1958 - "Biglobigerinella" sp., FRANCOIS et SIGAL, *ibid.*, p. 125, fig. 2.
 1958 - "Globigerina" sp., FRANCOIS et SIGAL, *ibid.*, p. 125, fig. 3.
 1958 - "Globigerinella" sp., FRANCOIS et SIGAL, *ibid.*, p. 125, fig. 4.
 1957 - Biglobigerinella barri, BOLLI, LOEBLICH, TAPPAN, *Studies in Foraminif.*, Un. St. Nat. Mus., Bull. 215, p. 25, pl. 1 fig. 13-18.
 1959 - Biglobigerinella barri BOLLI, LOEBLICH, TAPPAN; BOLLI, *Plankt. Foraminif. Cretac. Trinidad*, p. 263.
 1963 - Globigerinelloides algeriana CUSHMAN et TEN DAM; RUGGIERI, *G. algeriana Apt. Sicilia*, Bollet. Societa Paleont. ital., vol. 2 n° 2, p. 77-78, fig. 3.

Cette espèce, dérivée phylogénétiquement de G. ferreolensis, est très caractéristique par son test fortement évolue, aux tours internes nettement visibles, et aux nombreuses loges (10 à 12 au dernier tour, parfois plus); les expansions labiales, bien développées, se montrent très étirées vers l'ombilic, au point de recouvrir partiellement les loges du tour précédent. Les ouvertures relictes sont très nettement visibles, accusées par un ourlet, et elles sont basculées en position presque radiale.

De rares exemplaires, dont l'accroissement en hauteur des loges est d'ailleurs un peu plus marqué que chez les formes identiques à celles que FRANCOIS et SIGAL ont figurées p. 125, fig. 4 (ces dernières se montrant de beaucoup les plus nombreuses) peuvent amorcer une légère tendance à la bilobation de la dernière loge, plus ou moins complètement réalisée (= Biglobigerinella barri).

Répartition stratigraphique :

En fosse vocontienne cette espèce constitue un excellent repère au point de vue stratigraphique; son extension est si limitée qu'elle caractérise à elle seule la sous-zone moyenne du Gargasien supérieur.

Globigerinelloides eaglefordensis (MOREMAN, 1927)

pl. 9 fig. 6-8

- 1927 - Anomalina eaglefordensis, MOREMAN, *Journ. Paleont.*, vol. 1 n° 1, p. 99, pl. 16 fig. 9.
 1934 - Anomalina bentonensis, MORROW, *Journ. Paleont.*, vol. 8 n° 2, p. 201, pl. 30 fig. 4.
 1961 - Globigerinelloides eaglefordensis (MOREMAN); LOEBLICH et TAPPAN, *Cretac. plankt. Foraminif.*, p. 268-269, pl. 2 fig. 3-7.
 1961 - Globigerinelloides bentonensis (MORROW); LOEBLICH et TAPPAN, *ibid.*, p. 267-268, pl. 2 fig. 8-10.

Pour la définition de cette espèce et sa différenciation d'avec G. ferreolensis (MOUL-LADE), je renvoie le lecteur au chapitre consacré ci-dessus à cette dernière forme.

Je suis d'avis de placer G. bentonensis (MORROW) en synonymie avec G. eaglefordensis (MOREMAN) car, ainsi que le révèlent les figurations de la révision de LOEBLICH et TAPPAN (1961), ces dénominations correspondent à chacun des éléments d'un même couple spécifique; tout comme chez G. ferreolensis, on observe simultanément un type plus évoluée (tours internes mieux visibles), à l'accroissement des loges en hauteur plus lent (pl. 9, fig. 7), et un type plus involute, à l'accroissement des loges plus rapide (pl. 9, fig. 6 et 8).

LOEBLICH et TAPPAN ont pour leur part préféré conserver deux noms d'espèces différents, n'ayant d'ailleurs nullement envisagé l'existence éventuelle d'un tel phénomène.

Je tiens en outre à noter que j'ai pu observer, au Vraconien basal, la transformation de certains exemplaires de G. eaglefordensis, par l'acquisition d'ébauches carénales (précédées d'une cassure de l'arrondi périphérique, puis d'une convexité plus accusée), en "Planomalina praebuxtorfi" (dénomination inédite de SIGAL), bref jalon évolutif qui, en se modifiant sans cesse, conduit à Planomalina buxtorfi (GAND.). Le passage eaglefordensis-buxtorfi se réalise ainsi, en secteur vocontien, sur une épaisseur de terrains de quelques mètres et il ne peut donc être décelé et suivi qu'au moyen d'un échantillonnage très serré.

En 1964, LOW a mis en doute la révision de LOEBLICH et TAPPAN (1961), en professant qu'Anomalina eaglefordensis, dont elle a revu le matériel-type, ne serait pas une forme planctonique; elle devrait être, à son avis, rapportée au genre Planulina à cause de la compression de son test et de l'aspect de son ouverture. En conséquence les exemplaires que LOEBLICH et TAPPAN rapportent à l'espèce de MOREMAN, puisqu'ils possèdent les caractéristiques du genre Globigerinelloides, devraient être attribués à une autre espèce (G. caseyi (BOLLI, LOEBLICH et TAPPAN, 1957)). N'ayant pas revu personnellement les types des espèces incriminées, et ne sachant s'il faut faire plus confiance à l'un ou à l'autre des auteurs, je préfère suivre provisoirement la mise au point de LOEBLICH et TAPPAN.

Répartition stratigraphique (fosse vocontienne) :

Globigerinelloides eaglefordensis apparaît tardivement dans l'Albien supérieur, peu avant la limite avec le Vraconien. On l'observe ensuite durant tout le Vraconien. Les études de B. PORTHAULT n'étant pas encore assez avancées, il n'est pas possible de préciser actuellement la durée de son éventuelle répartition durant le Cénomanién.

"Globigerinelloides" breggiensis (GANDOLFI, 1942)

pl. 9 fig. 12-14

- 1942 - Anomalina breggiensis, GANDOLFI, Scaglia Cret. Balema, p. 102-103, pl. 3 fig. 6, pl. 5 fig. 3, pl. 9 fig. 1, pl. 13 fig. 7-8, fig. texte 34 (1-4) p. 102.
- 1956 - Biticinella breggiensis (GANDOLFI); SIGAL, Notes micropaléont. nord-africaines, C. R. som. Soc. géol. France, p. 35-36, avec figure p. 35.
- 1959 - Biticinella ? breggiensis (GANDOLFI); KLAUS, Complexe schist. interméd., p. 830-831, pl. 8 fig. 6.

- 1962 - *Biticinella breggiensis* (GANDOLFI); LUTERBACHER et PREMOLI-SILVA, Rev. profil Gubbio, p. 272-274, pl. 23 fig. 2-4.
- 1964 - *Ticinella spectrum-breggiensis* (GANDOLFI, 1942) et SIGAL, 1966; SIGAL, Monographie Rosalines, mns., p. 10-14, pl. 1 fig. 1-10, pl. 2 fig. 2.
- v 1965 - "*Globigerinelloides*" *breggiensis* (GANDOLFI); MOULLADE, Zonat. micropaléont. Apt. Alb. vocont., p. 49 et in tableau.

Bien que, par l'allure générale de son test et par son enroulement terminal, *Anomalina breggiensis* semble appartenir au genre *Globigerinelloides*, il apparaît, d'après les sections axiales figurées par GANDOLFI (1942, fig. texte 34 (2-4)), ainsi que par les recherches ultérieures de SIGAL (1956, 1964 mns.) et de LUTERBACHER et PREMOLI-SILVA (1962), que cette espèce est en réalité beaucoup plus apparentée à *Ticinella roberti*, à cause de son enroulement initial trochospiralé et de maintes autres caractéristiques de détail.

En effet, une observation rapide révèle un test planispiralé. Il est même souvent plus difficile de déceler une légère dissymétrie entre les deux faces que chez les autres *Globigerinelloides* (ex. *G. algerianus*, *G. ferreolensis*), pour qui les tours internes ne sont pas tout à fait visibles dans la même proportion des deux côtés. Cela est dû au fait que, chez "*G.*" *breggiensis*, le test est plus involute et que les dépressions ombilicales, plus étroites, se montrent plus profondes et plus abruptes par suite du débord marqué des dernières loges.

Il est pourtant possible de remarquer au moins une dissymétrie dans l'aspect et surtout dans la profondeur des deux dépressions ombilicales. L'une des deux est moins profonde du fait que les tours internes, déjetés latéralement par suite du caractère trochospiralé de l'enroulement initial, viennent affleurer plus près de son orifice. On peut assimiler la face correspondante à la face spirale (dorsale).

D'autre part on n'observe généralement la présence d'ouvertures supplémentaires ticinelloïdes que sur la face dont l'ombilic est le plus creusé, soit la face ombilicale (ventrale). Rares sont en effet les exemplaires chez qui les ouvertures apparaissent également sur la face dorsale, et encore ce phénomène est-il limité aux deux ou trois dernières loges. Le plus souvent la face dorsale ne montre que des ouvertures relictives, de type *Globigerinelloides*, qui sont d'ailleurs également présentes sur la face ventrale, en sus des ouvertures supplémentaires, à cause de la symétrie de l'extension latérale de l'ouverture principale.

La présence des ouvertures supplémentaires, l'allure de la dépression ombilicale du côté ventral, l'aspect très grossièrement perforé du test, le renflement fortement marqué des loges et le départ trochospiralé constituent un ensemble de caractéristiques qui, si l'on fait abstraction de l'enroulement terminal planspiralé et de l'ouverture principale périphérique, rapprochent considérablement "*Globigerinelloides*" *breggiensis* de *Ticinella roberti* (sensu MOULLADE, 1966). SIGAL a d'ailleurs fondé sur un tel rapprochement, et sur l'existence sporadique d'exemplaires chez lesquels des ouvertures supplémentaires tendent à se développer dorsalement, son choix de ce couple comme un des meilleurs exemples destinés à illustrer ses théories sur les plexus morphologiques.

Si l'on n'admet pas l'impérative nécessité de conserver le morphogénre *Biticinella*, position que j'adopte ici mais pour des raisons différentes de celles qu'évoquent LOEBLICH et

TAPPAN, il semble biologiquement mieux fondé de rattacher l'espèce breggiensis au genre Ticinella, en rejoignant par là, mais dans un tout autre esprit, la position de SIGAL (1964, mns.).

Je n'ai cependant pas suivi ici ce point de vue, que je serais désormais enclin à partager, en me contentant au contraire de traiter cette forme comme un Globigerinelloides un peu spécial; j'ai en effet ici surtout pensé à l'utilisateur éventuel, auquel le présent mémoire est destiné en priorité; cet utilisateur sera frappé de prime abord, au cours de son observation, par l'aspect planispiralé du test et pour lui ce sera là le premier critère pratique de discrimination. J'ai seulement placé entre guillemets la dénomination générique adoptée pour montrer que, dans mon esprit, l'espèce breggiensis ne peut être un vrai Globigerinelloides.

Il serait très utile de revoir le matériel-type, en le comparant avec celui de La Breggia, de "Globigerinella cushmani TAPPAN", forme albienne de l'Amérique du Nord, qui au vu des illustrations et sur la base des seuls critères morphologiques, ressemble beaucoup à "Globigerinelloides" breggiensis.

Répartition stratigraphique :

"Globigerinelloides" breggiensis, toujours assez rare, mais à la répartition limitée en fosse vocontienne, apparaît à l'Albien supérieur, au niveau des premiers horizons fossilifères de la zone à Pervinquieria inflata, soit à peu près en même temps (ou même très légèrement avant) que Ticinella praeticinensis SIGAL. Elle s'éteint peu avant dans le Vraconien basal. On peut donc la considérer comme un bon repère de la zone à P. inflata.

"Globigerinelloides" gyroidinaeformis n. sp.

pl. 9 fig. 16-22

Holotype : exemplaire de la pl. 9 fig. 20-22, déposé dans les collections du Département des Sciences de la Terre de l'Université de Lyon(n° 50 150).

Paratypes : exemplaires de la pl. 9 fig. 16-17, 18-19 (n° 50 151 et 50 152).

Origine du nom : cette espèce, bien que n'appartenant pas au genre Gyroidina, possède une allure générale qui la rapproche de certains représentants de ce genre.

Localité-type : Moydans (Hautes-Alpes), coupe du col de Palluel (x = 854, 210; y = 239, 090).

Niveau-type : Albien inférieur.

Description :

Test globuleux, épais en section, à l'enroulement pseudo-planispiralé, comportant 4 à 5 loges au dernier tour, qui s'accroissent assez rapidement en hauteur et en largeur. Le plus

souvent, on décèle une légère dissymétrie entre les deux faces, l'une étant complètement involute, l'autre très faiblement évolutive, ce qui engendre une très légère torsion du test, sensible en vue de profil avant. Il existe d'ailleurs une certaine latitude de variation, allant de formes à peu près symétriques et bi-involutes, à des formes faiblement trochospirales.

Cependant, dans tous les cas, l'ouverture est périphérique, avec une extension bilatérale, mais elle est toujours légèrement asymétrique : l'extension dorsale paraît un peu plus accentuée du fait de la faible dissymétrie de l'enroulement des deux faces. Il n'y a pas d'expansion lamellaire labiale, l'ouverture étant seulement ourlée d'une fine lèvre discrète; elle apparaît plus proche, dans sa réalisation, de l'ouverture d'une Hastigerina que de celle d'un Globigerinelloides. Il n'existe pas non plus de dépression ombilicale, sur aucune des deux faces. La face ventrale se montre renflée, doucement convexe, tandis que la face dorsale voit ce renflement atténué, "cassé", par un léger méplat central.

Remarque :

La position générique de cette forme curieuse demeure incertaine. Il me paraît exclus qu'il s'agisse là d'une Gyroidina, bien qu'elle présente une certaine similitude morphologique avec des Gyroidina globuleuses, telles que G. crassa ou G. globosa. Cependant ces dernières ont un enroulement nettement et fortement dissymétrique, avec une face dorsale résolument plane, et possèdent une ouverture bien différente.

Il n'en demeure pas moins que "Globigerinelloides" gyroidinaeformis n. sp. ne donne pas l'impression, ne serait-ce que par l'aspect de la surface du test, d'être une forme planctonique; en outre son ouverture l'éloigne quelque peu du genre Globigerinelloides; G. blowi représente la forme dont on pourrait la rapprocher spécifiquement, bien que cette dernière soit plus comprimée et bi-ombiliquée, qu'elle tende beaucoup plus à la symétrie et laisse déceler de chaque côté une portion de l'enroulement interne; elle offre en outre un contour général moins empâté et montre enfin une ouverture plus basse, symétrique, avec une lèvre plus accusée et avec déjà une faible expansion labiale.

Il paraît cependant raisonnable de ne pas inclure "Globigerinelloides" gyroidinaeformis n. sp., forme crétacée, dans le genre Hastigerina, dont elle se rapproche malgré tout quelque peu par son ouverture.

Répartition stratigraphique :

Très rare et sporadique dans l'Albien inférieur, cette espèce se montre constamment et plus abondamment représentée dans la partie inférieure de l'Albien moyen. J'ai tenu à la retenir et à la décrire à cause de son intérêt au point de vue stratigraphique en fosse vocontienne, car elle m'a servi à définir, dans la grande masse de mames bleues infra- et méso-albiennes dépourvue d'Ammonites, une zone inférieure de l' "Albien moyen".

Genre PLANOMALINA LOEBLICH et TAPPAN, 1946

J'inclus dans ce genre, étroitement relié à Globigerinelloides comme le démontrent les filiations G. ferreolensis - P. cheniourensis d'une part, G. eaglefordensis - P. buxtorfi de l'autre, les Planomalinae qui possèdent un dispositif carénal périphérique.

Planomalina cheniourensis (SIGAL, 1952)

fig. texte n° 3 (a)

- 1952 - Planulina cheniourensis, SIGAL, Micropaléont. Crétacé, p. 20, fig. 17 p. 21.
1959 - Planomalina cf. apsidostroba LOEBLICH et TAPPAN; BOLLI, Plankt. Foraminif. Cretac. Trinidad, p. 259-260, pl. 20 fig. 1.
v 1965 - Planomalina cheniourensis (SIGAL); MOULLADE, Zonat. micropaléont. Apt. Alb. v. cont., p. 48 et in tableau.

Planomalina cheniourensis se distingue de P. buxtorfi (GANDOLFI), avec laquelle on pourrait la confondre en première observation rapide, par un ensemble de détails morphologiques dont la ténuité rend délicate toute différenciation objective. Ces deux formes sont, malgré tout, déjà nettement séparées par leur origine phylogénétique et par leur répartition stratigraphique.

Chez l'espèce de SIGAL les tours internes sont encore moins recouverts par le dernier tour et le test se montre ainsi plus fortement bi-évolute, avec une dépression ombilicale plus vaste. D'autre part les sutures des loges, souvent moins nettement limbées, sont moins fortement arquées en arrière.

Enfin l'aspect de la section des loges, et tout particulièrement des loges terminales du dernier tour, constitue également un important élément de différenciation (fig. texte n° 3) : l'angle apical des loges est nettement plus élevé, d'où un pincement périphérique moins important, chez P. cheniourensis (70°), que chez P. buxtorfi (45°); de plus chez P. cheniourensis il se produit sur la face latérale des loges, en position médiane, un brusque infléchissement de la paroi en direction de l'ombilic, formant un angle net au flanc de chaque loge, tandis que chez P. buxtorfi le changement de pente s'effectue beaucoup plus progressivement, sans angle accusé.

Les formes de la Trinité que BOLLI a assimilées avec réserve à Planomalina apsidostroba (= P. buxtorfi) appartiennent certainement à P. cheniourensis, si l'on en juge d'après la figuration, la répartition stratigraphique et les caractères indiqués par l'auteur.

Répartition stratigraphique :

Algérie (d'après SIGAL) : Gargasien.

Trinité (d'après BOLLI) : "Praeglobotruncana rohri zone, Maridale formation", soit approximativement le Gargasien élevé et le Clansayésien.

Fosse vocontienne : je n'ai observé la présence de cette espèce, malheureusement toujours très rare, que dans le sommet du Gargasien supérieur (sous-zone à Hedbergella trocoidea et Globigerinelloides ferreolensis) et le Clansayésien basal (sous-zone à Ticinella bejaouensis et P. cheniouensis, sans "Osangularia" sp., aff. brotzeni).

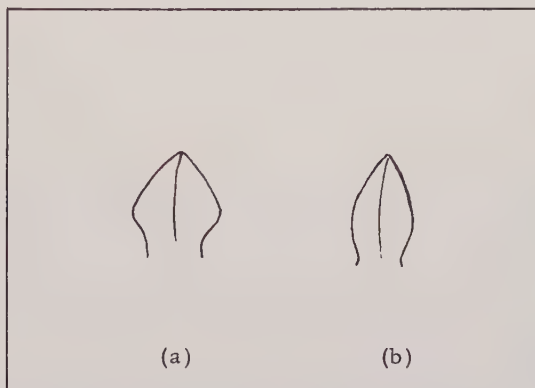


Fig. 3 - Aspect de la section du test, vu de profil (dernière loge)
chez Planomalina cheniouensis (SIGAL) (a)
et chez Planomalina buxtorfi (GANDOLFI) (b)

Planomalina buxtorfi (GANDOLFI, 1942)

fig. texte n° 3 (b)

- 1942 - Planulina buxtorfi, GANDOLFI, Scaglia cretac. Balerna, p. 103-104, pl. 3, fig. 7, pl. 5 fig. 3 - 6, pl. 6, fig. 1 - 3, pl. 8, fig. 8, pl. 9, fig. 2, pl. 12 fig. 2, pl. 13 - 15; fig. texte 35 p. 104.
- 1946 - Planomalina apsidostroba, LOEBLICH et TAPPAN, Journ. Paléont., vol. 20 n° 3, p. 258, pl. 37 fig. 22 - 23.
- 1959 - Planomalina buxtorfi (GANDOLFI); KLAUS, Complexe schist. interméd., p. 829 - 830, pl. 8 fig. 5.
- 1961 - Planomalina buxtorfi (GANDOLFI); LOEBLICH et TAPPAN, Cretac. Plankt. Foraminif. I. Cenomanian, p. 269 - 270, pl. 2 fig. 1 - 2.
- v 1962 - Planomalina buxtorfi (GANDOLFI); FLANDRIN, MOULLADE, PORTHAULT, Microfoss. Crétacé inf. vocont., p. 224 - 226, pl. 1 fig. 12 - 13.

Répartition stratigraphique :

En fosse vocontienne, cette espèce constitue un excellent repère, dont la répartition est limitée au Vraconien inférieur.

Deuxième partie

INVENTAIRE STRATIGRAPHIQUE
ETABLISSEMENT D'UNE BIOZONATION
PARALLELISEE DES AMMONITES
ET DES FORAMINIFERES

TECHNIQUES D'ETUDE

L'étude des coupes, sur le terrain, a été effectuée en relevant la succession exacte, banc après banc, des assises lithologiques, et non pas au moyen d'une seule notation sommaire de formations. Les épaisseurs ont été mesurées systématiquement et aussi exactement que possible, l'échelle choisie pour le report direct sur les camets de notes étant le 1/100ème. Simultanément le tracé précis de la coupe était figuré sur la carte topographique à 1/20 000.

Il peut paraître vain de relever avec cette précision la succession rigoureusement métrée des couches en un endroit déterminé, à la faveur d'une coupe, alors qu'inévitablement à peu de distance, par suite de rapides variations latérales dans la sédimentation, la séquence correspondante se révélera différente. J'ai tenu cependant à suivre constamment cette méthode de travail parce qu'elle présente l'avantage d'aboutir à un document objectif, que son propre auteur ou d'autres chercheurs pourront exploiter à nouveau ultérieurement, pour des récoltes (fossiles, échantillons) ou des études complémentaires. Au contraire une coupe levée approximativement ne peut généralement plus être reprise dans ce but.

J'ai involontairement vérifié l'efficacité de cette technique grâce au concours de mon ami J.P. THIEULOY qui, venu avec mon accord exploiter paléontologiquement certaines de mes coupes, put, avec la seule aide des photocopies de mes levés, y intégrer avec la plus grande rigueur ses propres récoltes. Ainsi jointes aux miennes, elles venaient singulièrement valoriser un document de base unique.

Malheureusement le format de cet ouvrage et le faible coefficient de réduction des planches qui l'illustrent n'ont pas permis de reproduire mes coupes à l'échelle à laquelle elles ont été primitivement dressées. A titre d'archives, je les tiens cependant à la disposition du lecteur qui voudrait les consulter.

Les prises d'échantillons aux fins d'études micropaléontologiques ont été effectuées avec panachage constant et selon un rythme assez serré. Celui-ci variait avec l'âge et le faciès des niveaux considérés, étant en fait fonction du taux d'évolution et du renouvellement des microfaunes (j'avais déjà pu auparavant me faire une idée de ces différentes données lors de mes recherches antérieures).

Ainsi, pour les terrains néocomiens, une maille de prélèvement de 5 à 10 m se révélait souvent grandement suffisante, mais fut cependant resserrée aux changements d'étages, tandis qu'à l'Aptien supérieur et surtout à l'Albien il eut été dangereux d'espacer au-delà de

quelques mètres; dans certaines coupes même, voulant tout particulièrement analyser des phénomènes évolutifs déjà pressentis ailleurs, je dus encore resserrer davantage les prises.

Les Ammonites, récoltées simultanément ou à l'occasion d'exploitations ultérieures, ont toujours été répertoriées, pour plus de sûreté et de commodité, avec le chiffre même qui était déjà attribué à la prise d'échantillon du niveau correspondant. Lorsqu'un niveau comprenait plusieurs bancs fossilifères, une échelle-lettre subordonnée aux chiffres fut adjointe.

De cette manière chaque fossile pouvait être ultérieurement rapporté au banc précis où il avait été récolté, et le parallélisme entre les Foraminifères et les Ammonites rigoureusement respecté. Les remarques complémentaires et diagnoses macroscopiques effectuées sur le terrain étaient consignées à mesure sur les talons du carnet numéroté à souches utilisé pour les échantillons.

En ce qui concerne les roches indurées, les échantillons ont été ensuite taillés pour la confection de lames minces, technique largement utilisée pour l'étude des microfaciès du Barrémo-Bédoulien à faciès organo-détritique et des Orbitolinidae qu'ils renferment. Quant aux roches meubles, comme il a été précédemment indiqué dans le paragraphe introductif du chapitre paléontologique, elles ont été lavées après attaque selon la méthode d'AVERBURG et les résidus, traités ensuite par le Bradosol, ont été triés sous la loupe binoculaire afin d'en extraire la microfaune. A chaque échantillon, meuble ou induré, correspondait une fiche de diagnose portant le même numéro d'ordre et sur laquelle, à mesure de l'étude, je consignais mes déterminations et remarques paléontologiques et pétrographiques.

Les figurés lithologiques de chacune des coupes furent ensuite reportés, à l'échelle du 1/200ème, en de grands diagrammes sur papier millimétré, où furent figurées, avec l'indication approximative des fréquences de représentation, les répartitions, espèce par espèce, de l'ensemble des organismes pris en considération (Ammonites, Foraminifères, éventuellement Ostracodes). Ces diagrammes constituèrent les documents de base pour l'établissement des échelles de zonation.

Afin de ne pas alourdir l'exposé stratigraphique qui va suivre, et compte-tenu de la relative homogénéité des faciès vocontiens, je limiterai la partie descriptive, pour chaque étage, à la présentation détaillée de quelques coupes choisies comme les plus significatives, par leur valeur de type, la richesse de leurs faunes, et les divers autres enseignements qu'elles peuvent apporter.

Chapitre I

LE VALANGINIEN. LE PROBLEME DE LA LIMITE DU VALANGINIEN ET DE L'HAUTERIVIEN

1) ETAT DES CONNAISSANCES.

Un excellent historique des résultats des recherches effectuées durant la seconde moitié du dix-neuvième siècle sur le Valanginien du Sud-Est a été brossé par V. PAQUIER, dans son mémoire sur le Diois et les Baronnies orientales (1900, p. 467-469). Parmi les diverses définitions et modes de subdivision successivement proposés, je retiendrai tout d'abord la conception de P. LORY (1898).

Cet auteur définit le Valanginien comme une formation reposant sur le Berriasien (= zone à Hoplites Boissieri et Holcostephanus Negreli) et sous-jacente à la zone à Crioceras gr. Duvali, Holcodiscus incertus (= Hauterivien part. princip.). En outre il subdivise cet étage de la manière suivante (de bas en haut) :

- | |
|--|
| - zone à <u>Duvalia lata</u> , <u>Hoplites pexiptychus</u> = Valanginien inférieur = partie principale des marnes à Ammonites ferrugineuses. |
| - zone à <u>Hoplites neocomiensis</u> var., <u>H. gr. regalis</u> et <u>amblygonius</u> , <u>Saynoceras verrucosum</u> = Valanginien supérieur = partie supérieure des marnes, calcaires mameux. |

Cette zone supérieure est à son tour scindée par l'auteur en deux niveaux :

- . niveau à Saynoceras verrucosum, Phylloceras, abondants.
- . niveau à Hoplites cf. longinodus, Phylloceras rares.

PAQUIER à son tour propose, à la suite de ses propres recherches, le schéma suivant pour le Valanginien (p. 477-478) :

- zone inférieure à <u>Duvalia conica</u> (1) et <u>Hoplites pexiptychus</u> = marnes valanginiennes inférieures.	
- zone supérieure à <u>Duvalia emerici</u> et <u>Saynoceras verrucosum</u> =	- marnes valanginiennes supérieures
	- calcaires mameux à <u>Hoplites</u>

Selon l'auteur le Valanginien est surmonté par la zone à Crioceras Duvali (= Hauterivien inférieur) comprenant une sous-zone initiale à Hoplites castellanensis et H. radiatus.

En ce qui concerne la formation des "calcaires mameux à Hoplites neocomiensis" par laquelle PAQUIER fait se terminer le Valanginien, je citerai ici in extenso certaines des considérations que leur consacre l'auteur (p. 478-481), car les idées qu'il exprime possèdent de l'importance pour venir appuyer une discussion, relative à la limite actuellement adoptée entre le Valanginien et l'Hauterivien, qui sera entreprise à la fin de ce chapitre :

"Calcaires mameux à Hoplites neocomiensis"

"Sous cette indication, M. KILIAN a, le premier, isolé de la partie supérieure des marnes valanginiennes plus ou moins calcaires, un ensemble, assez épais dans la montagne de Lure (50 à 70 m), de calcaires bleuâtres plus ou moins mameux bien lités, par lesquels se termine le Valanginien, et dont la faune est en grande partie composée d'Hoplites.

"Pour M. KILIAN, ce niveau correspondait à la zone supérieure du Valanginien et, à cause de la présence d'espèces hauteriviennes (Holcostephanus Jeannoti, Hoplites Leopoldi), établissait la transition du Valanginien à l'Hauterivien. Quant aux Hoplites, ils étaient, les uns rapportés à Hoplites regalis, les autres à Hoplites amblygonius et oxygonius.

"Comme on l'a vu au début de ce chapitre, à la suite d'études entreprises en commun avec M. LORY, avec de meilleurs matériaux que ceux de nos prédécesseurs, nous avons pu reconnaître l'étroite liaison de ce niveau avec la zone supérieure des marnes valanginiennes. . . .

"Par suite, en l'absence de formes caractéristiques, je crois que, jusqu'à preuve du contraire, il faut considérer les calcaires mameux à Hoplites comme ne fournissant pas matière à une subdivision paléontologique, et devant rentrer dans la zone supérieure du Valanginien dont elle possède la faune, assez appauvrie il est vrai. "

(1) L'auteur adjoint également Duvalia lata à cette liste dans le tableau de la page 484.

Dans la liste des fossiles recueillis dans cette formation et cités par PAQUIER, il y a lieu de noter Hoplites cf. amblygonius, H. neocomiensis, H. cf. neocomiensis, H. biassalensis, et un exemplaire de Saynoceras verrucosum "qui, bien qu'aplati, était suffisamment bien conservé pour ne pas laisser de doutes sur son identité spécifique."

Les subdivisions adoptées par PAQUIER seront ensuite reprises sans modifications fondamentales par W. KILIAN (in *Lethaea geognostica*, 1907), sauf en ce qui concerne le Berriasien, considéré en quelque sorte comme un étage indépendant par LORY et par PAQUIER, et au contraire intégré en tant que Valanginien inférieur par l'auteur du *Lethaea* (les deux zones du Valanginien, sensu PAQUIER, devenant alors respectivement le Valanginien moyen et le Valanginien supérieur) :

Valanginien inférieur (= Berriasien) : zone à <u>Hoplites (Thurmannia) Boissieri</u> .
Valanginien moyen : zone à <u>Duvalia conica</u> , <u>D. lata</u> et <u>Hoplites (Kilianella) Roubaudianus</u> .
Valanginien supérieur : zone à <u>Duvalia Emerici</u> et <u>Saynoceras verrucosum</u> .

Ce schéma ne variera ensuite pratiquement plus jusqu'à la session du Colloque sur le Crétacé inférieur en France (1963), au cours duquel les décisions suivantes furent adoptées :

- . Erection définitive du Berriasien en tant qu'étage.
- . Définition de deux zones paléontologiques dans le Valanginien vocontien :
 - zone à Kilianella roubaudiana,
 - zone à Saynoceras verrucosum,
- . Subdivision de l'Hauterivien inférieur (toujours en faciès vocontien) en trois zones (de bas en haut :
 - zone à Lyticoceras s.l. sp.
 - zone à Acanthodiscus radiatus,
 - zone à définir ultérieurement (Crioceratites duvali ayant une longévité beaucoup trop grande et ne pouvant être conservé pour caractériser cette zone).

2) OBSERVATIONS PERSONNELLES.

L'historique et l'état actuel des connaissances concernant ces séries étant ainsi rappelés, je vais entreprendre la description lithologique et l'inventaire faunistique de coupes résultant de mes observations et levées selon la méthode précédemment indiquée.

Les coupes les plus riches d'enseignements ont été observées près de la Charce (Drôme) et d'Orpierre (Hautes-Alpes); de celles-là seulement je donnerai le détail, ne tirant de mes autres coupes que des données complémentaires, qui viendront également concourir à l'édification du schéma final de zonation.

I - Coupe d'Orpierre (1) (fig. 4)

Coordonnées de la coupe :

premier tronçon	début : x = 866,840; y = 229,330
	fin : x = 866,810; y = 229,540
deuxième tronçon	début : x = 866,520; y = 229,200
	fin : x = 866,530; y = 229,240

Au dessus des termes supérieurs du Berriasien, constitués d'une alternance, selon un rythme assez serré, de petits bancs de calcaires mameux (0,15 - 0,20 m) et de lits mamocalcaires (0,25 m), les premiers termes du Valanginien, marqués par l'apparition de Kilianella roubaudiana (D'ORB.) et de nombreuses autres petites Ammonites pyriteuses, se caractérisent par un desserrement assez progressif du rythme des alternances : calcaires mameux, souvent plus terreux et grisâtres, plus feuilletés, en bancs de 0,15 - 0,25 m, et mamocalcaires gris-bleutés, devenant jaunâtres par altération superficielle, en lits de 0,40 - 0,60 m; stabilisé à ce taux, un tel rythme va persister durant toute la formation correspondant à la zone à K. roubaudiana, d'une épaisseur de 40 mètres.

Au dessus, on observe la succession suivante :

a - zone d'une vingtaine de mètres de puissance, où la prédominance d'épaisseur des lits mameux s'accentue encore, sans excéder cependant un mètre, celle des niveaux calcaréomameux demeurant identique à ce qu'elle était précédemment. Parmi les Ammonites pyriteuses recueillies dans cette formation, il faut noter à la base un exemplaire attribué avec doute à Kilianella lucensis SAYN et au sommet un Saynoceras verrucosum (D'ORB.) douteux également.

(1) Pour cette coupe la totalité des Ammonites pyriteuses, ainsi que les formes calcaires déroulées, ont été déterminées par J-P. THIEULOY; les autres Ammonites calcaires ont été déterminées par R. BUSNARDO.

- b - formation très mameuse (pratiquement sans intercalations calcaires autres que de très minces indurations locales, très espacées), d'une douzaine de mètres de puissance. Elle m'a livré, outre plusieurs exemplaires de Saynoceras verrucosum : Hemilytoceras juilleti (D'ORB.), Holcostephanus sayni KILIAN, et de très nombreux Neocomites neocomiensis (D'ORB.), Ptychophylloceras semisulcatum (D'ORB.), Neolissoceras grasi (D'ORB.), tous à l'état pyriteux.
- c - formation épaisse de 70 m environ, à prédominance générale plutôt mameuse. En fait des niveaux très mameux, analogues à la formation b, y alternent avec des passées où les faisceaux indurés se montrent plus denses, rappelant, mais avec une plus grande irrégularité, la disposition de la formation a.
 Cette formation c s'est révélée très médiocrement fossilifère, seul Aptychus didayi COQ. y étant recueilli en abondance. Outre la présence sporadique de quelques rares Neocomites neocomiensis, Neolissoceras grasi, Bochianites neocomiensis D'ORB. (tous déjà présents beaucoup plus bas dans la série, dès la zone à K. roubaudiana), représentés désormais à l'état de grandes formes calcaires et non plus de petits individus pyriteux, il faut signaler, dans un banc fossilifère situé à quelques mètres sous le toit de la formation, l'apparition de Crioceratites nolani (KILIAN). La médiocrité des récoltes explique sans doute l'absence à ce niveau des Lyticoceras, que j'ai pourtant rencontrés fréquemment en d'autres secteurs dans des couches subordonnées à l'apparition des premiers Criocères.
- d - petite passée de 12 à 15 mètres, marquée par un resserrement plus accentué des bancs calcaires, eux-mêmes plus indurés, mieux individualisés, parce que moins mameux que précédemment; l'épaisseur des lits mameux intercalés varie de 0,50 à 1 m. A Orpierre cette formation n'a livré que Neocomites neocomiensis et un exemplaire de Leopoldia biassalensis (KAR.).
- e - début d'une séquence très épaisse et très homogène, caractérisée par l'alternance bien réglée de bancs calcaires et calcaréo-mameux (épaisseur moyenne 0,40 m) et de lits mamocalcaires (0,20 - 0,40 m). Outre des Neocomites, le banc initial de cette formation a livré Lyticoceras sp.

En résumé, dans cette coupe ont été bien individualisés une zone à Kilianella roubaudiana (40 m) et un niveau à Saynoceras verrucosum (12 m), séparés par un intervalle d'une vingtaine de mètres mal caractérisé paléontologiquement.

Par contre pour les termes sus-jacents, eux-mêmes subordonnés à l'apparition franche et massive du faciès plus calcaire (souvent choisie comme repère cartographique entre le Valanginien et l'Hauterivien dans ces régions) et représentés par presque une centaine de mètres de sédiments, assimilables à la formation des "calcaires mameux à Hoplites neocomiensis" de PAQUIER, quelques rares repères paléontologiques vraiment significatifs ont seulement été dégagés.

Il faut ainsi insister sur la présence, à vingt mètres environ sous le toit de la formation d, de Crioceratites nolani, forme hauterivienne, et à dix mètres, de Leopoldia biassalensis, fossile du Valanginien terminal. Le banc riche en Lyticoceras, fréquemment représenté en fosse vocontienne, n'a par contre pas été nettement mis en évidence. Sans doute doit-il cor-

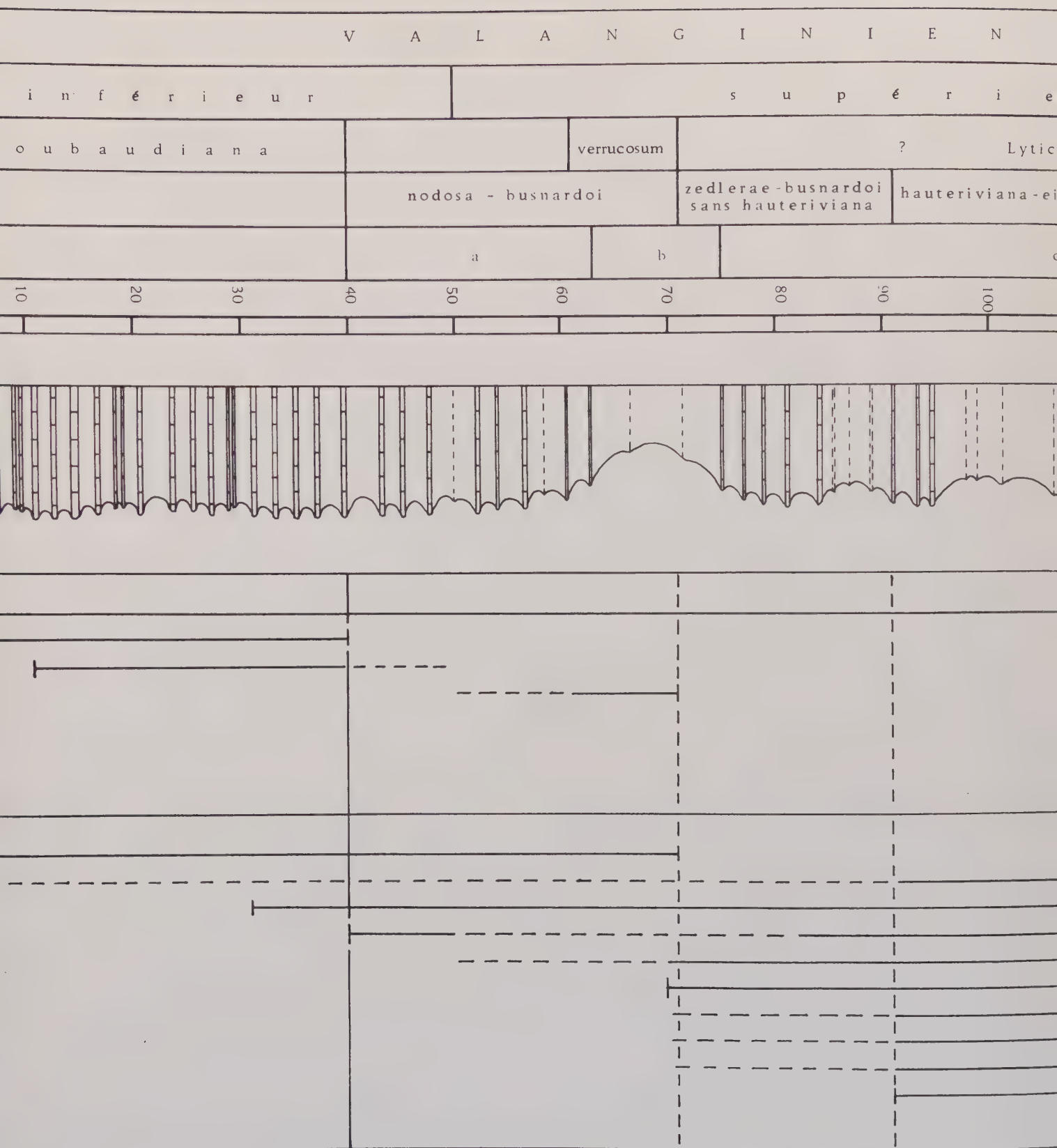
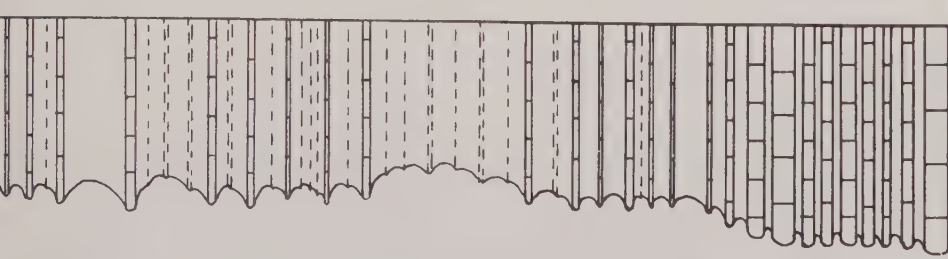


Fig. 4 - Coupe du Valanginien d'Orp

		HAUTERIVIEN (p. parte)	E T A G E S			
u r		inférieur (p. parte)	SUBDIVISIONS			
oceras sans Crioceratites		Lyticoceras - Crioceratites	ZONES D'AMMONITES			
chenbergi-bartensteini-busnardoï		vocontianus (p. parte)	ZONES DE FORAMINIFERES			
		d e (p. parte)	FORMATIONS			
110	120	130	140	150	160	EPAISSEURS (en mètres)
						LITHOFACIES
						A M M O N I T E S
						Neocomites neocomiensis (D'ORB.)
						Kilianella roubaudiana (D'ORB.)
						Kilianella lucensis SAYN
						Saynoceras verrucosum (D'ORB.)
						Macrophyloceras winckleri (UHL.)
						Crioceratites nolani (KIL.)
						Leopoldia biassalensis (KAR.)
						Lyticoceras sp.
						F O R A M I N I F E R E S
						Lenticulina nodosa (REUSS)
						Spirillina neocomiana MOULLADE
						Lenticulina ouachensis (SIGAL)
						Lenticulina busnardoï n. sp.
						Dorothia zedlerae n. sp.
						Verneuilioides neocomiensis (MJATL.)
						Dorothia hauteriviana (MOULLADE)
						Gaudryinella eichenbergi n. sp.
						Lenticulina eichenbergi BART. & BRAND
						Lent ouachensis bartensteini n. ssp.
						Haplophragmoides vocontianus n. sp.

respondre au banc initial de la formation e, qui a effectivement livré quelques Lyticoceras,

Pour tenter de mieux expliciter l'appartenance stratigraphique de cette formation, déjà reconnue autrefois par LORY et PAQUIER, comprise entre le niveau à Saynoceras verrucosum et les couches à faciès calcaire de l'Hauterivien franc, je m'adresserai à la coupe de la Charce, plus fossilifère.

II - Coupe de La Charce (1) (fig. 5)

Coordonnées	début : x = 846,840; y = 245,840
	fin : x = 847,100; y = 245,630

Pour exposer la succession relevée à La Charce, j'utiliserai les mêmes lettres que pour les formations correspondantes de la coupe d'Orpierre :

- b - formation d'une quinzaine de mètres de puissance, à prédominance plutôt mameuse bien que les délités plus indurés, peu épais, qui s'y intercalent, soient disposés selon un rythme encore assez serré, La base de ce niveau a fourni Kilianella superba (SAYN) et le sommet une faune de petites Ammonites pyriteuses du Valanginien supérieur, dont Saynoceras verrucosum (D'ORB.). On peut donc, en première analyse, en fonction des fossiles recueillis, assimiler cet horizon avec le niveau b de la coupe d'Orpierre.
- c - épaisse série, à dominante plutôt marneuse, s'intercalant entre la formation b et des couches plus calcaires. Dans les grandes lignes elle présente une certaine analogie avec la formation c d'Orpierre. A La Charce, il est possible, d'après la seule lithologie, d'y distinguer trois niveaux :
 - 1. Les trente premiers mètres de la formation se caractérisent par une alternance régulière de lits plus indurés (calcaires mameux feuilletés), peu épais (0,10 - 0,20 m), et d'horizons plus mameux (0,30 à 0,80 m). Nous y avons recueilli Ptychophylloceras ptychoicum (D'ORB.), Neocomites teschenensis (UHL.), Hemilytoceras liebigei (OPP.) et Duvalia lata BLAINV.
 - 2. Formation très marneuse, surtout à sa base, épaisse de 25 m environ, où s'intercalent de minces délités (0,02 à 0,10 m) calcaréo-gréseux en plaquettes roussâtres, devenant de plus en plus abondants et serrés vers le sommet du niveau. Très médiocrement fossilifère, il n'a livré qu'Aptychus didayi COQ. (qui persistera ensuite bien au-delà) et Pseudobelus bipartitus (D'ORB.).
 - 3. La série c de La Charce se termine par une assise de 40 à 45 m, où les lits plus

(1) Cette coupe a été levée avec la collaboration de J-P. THIEULOUY, qui l'a exploitée systématiquement pour la recherche des Ammonites tandis que je relevais simultanément la succession des assises lithologiques et procédais aux prélèvements d'échantillons. La totalité des déterminations d'Ammonites citées dans cet exposé est à attribuer à J-P. THIEULOUY.

calcaires se montrent à nouveau plus nombreux et plus resserrés, mais selon un rythme assez irrégulier, au cours duquel il tend parfois à s'individualiser des bancs mieux marqués (0,10 - 0,20 m). L'ordre de grandeur de l'épaisseur des horizons mameux varie de 0,50 à 1 mètre, pouvant aller exceptionnellement jusqu'à 1,50 m et plus.

Ce niveau ne fournit pas non plus de fossiles très significatifs; il faut cependant noter qu'à sa base apparaissent les premiers Lyticoceras (L. cryptoceras (D'ORB.)), recueillis ensuite sporadiquement tout au long de la formation, et accompagnés d'Holcostephanus astierianus (D'ORB.), Bochianites neocomiensis D'ORB., plus rarement de Macrophyllloceras winckleri (UHL.) et d'Himantoceras trinodosum THIEULOY.

d - Niveau d'une quinzaine de mètres d'épaisseur, où les bancs calcaires, toujours séparés par des lits mameux de 0,50 m en moyenne, sont de mieux en mieux individualisés et augmentent de puissance (0,20 à 0,40 m). Ce niveau a fourni constamment Lyticoceras cryptoceras, Holcostephanus astierianus et, plus rarement, Lyticoceras cf. amblygonium (N. et UHL.), "Distoloceras" cf. longinodum (N. et UHL.).

e - Epaisse série à dominante calcaire encore plus marquée (bancs de 0,40 à 0,60 m séparés par des lits mamo-calcaires de 0,20 à 0,40 m). Les tout premiers bancs de cette formation ont livré de très nombreux Lyticoceras cryptoceras, L. cf. paraplesius et Crioceratites nolani.

C On constate que la séquence relevée à La Charce possède beaucoup d'analogie avec celle d'Orpierre, bien que dans l'ensemble le faciès soit un peu plus calcaire. Il faut noter en outre qu'il apparaît ici dans la série c un faciès de plaquettes calcaréo-gréseuses, limité à une épaisseur d'une dizaine de mètres, que l'on verra s'intensifier progressivement dans la partie septentrionale de la fosse vocontienne (cf. PAQUIER, 1900, p. 472-474).

Tout comme à Orpierre, il s'intercale entre le niveau b, à Saynoceras verrucosum, et les couches plus calcaires (e) avec lesquelles il est habituel en ces régions de faire débiter l'Hauterivien, une épaisse formation calcaréo-mameuse (c et d), atteignant ici de 110 à 120 mètres.

Bien que plus fossilifère qu'à Orpierre, elle ne renferme pas de formes très significatives. Il est intéressant toutefois de noter que les premiers Lyticoceras apparaissent dans sa partie supérieure, soit une cinquantaine de mètres au-dessous du mur de la formation e, dont les premiers bancs se caractérisent par l'apparition de C. nolani et une accumulation massive de Lyticoceras; d'autre part on doit remarquer que la formation d renferme, de même qu'à Orpierre (présence de Leopoldia biassalensis) des formes telles que Lyticoceras cf. amblygonium, "Distoloceras" cf. longinodum, considérées autrefois par LORY, KILIAN ou PAQUIER comme appartenant encore au Valanginien.

III - Données complémentaires.

J'ai constamment retrouvé, quel que soit le secteur considéré de la fosse vocontienne, le schéma général déjà relevé à Orpierre et à La Charce, compte-tenu éventuellement de

V A L A N G I N I E N (p. parte)

s u p é r i e u r

verrucosum ?

Lyticoceras s

zedlerae - busnardoï sans hauteriviana hauteriviana-eichenbergi-bar

b

c

1

2

3

10

20

30

40

50

60

70

80

90

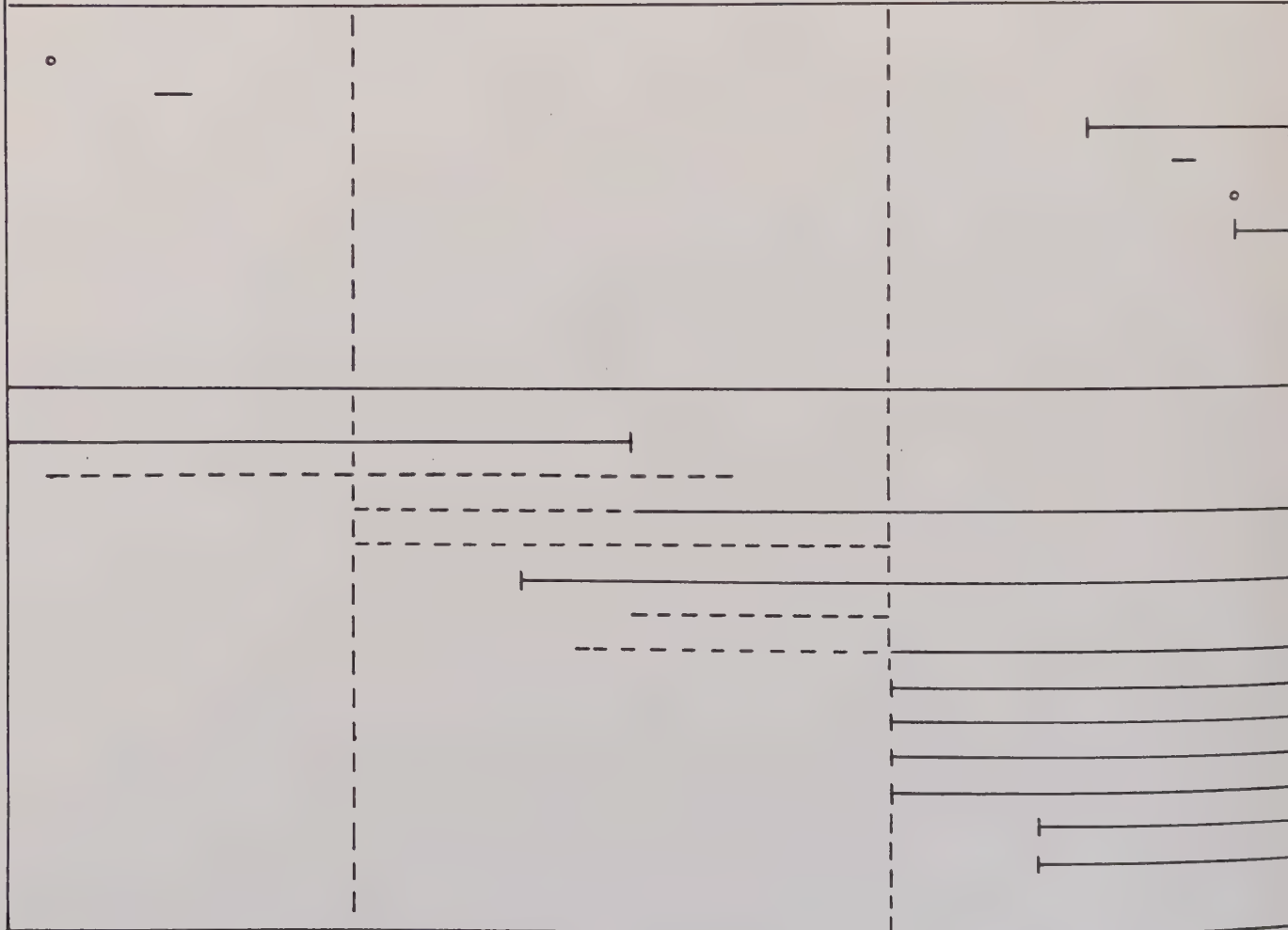
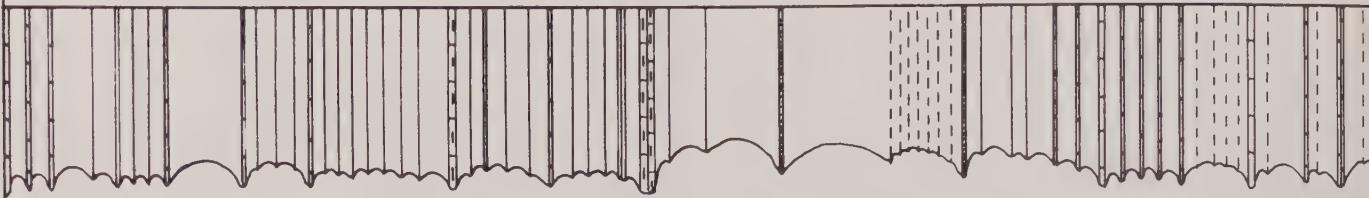
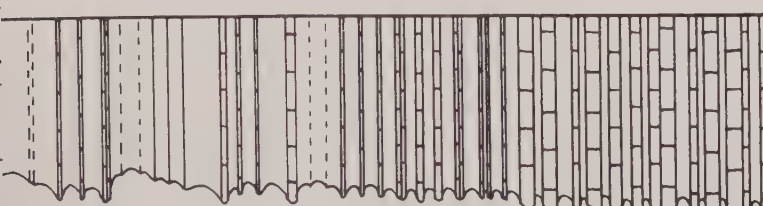


Fig. 5 - Coupe du Valanginien st

	HAUTERIVIEN (p. parte).		E T A G E S	
r	inférieur (p. parte)		S U B D I V I S I O N S	
ans Crioceratites	lyticoceras - Crioceratites		Z O N E S D'AMMONITES	
tensteini-busnardoï	vocontianus (p. parte)		Z O N E S D E F O R A M I N I F E R E S	
	d	e (p. parte)	F O R M A T I O N S	
100	110	120	130	140
EPAISSEURS (en mètres)				
				
L I T H O F A C I E S				
A M M O N I T E S				
Kilianella superba (SAYN)				
Saynoceras verrucosum (D'ORB.)				
Lyticoceras cryptoceras (D'ORB.)				
Himantoceras trinodosum THIEUL.				
Macrophylloceras winckleri (UHL.)				
Holcostephanus astieri (D'ORB.)				
"Distoloceras" cf. longinodum (N & UHL.)				
Lyticoceras cf. amblygonium (N. & UHL.)				
Crioceratites nolani (KIL.)				
Lyticoceras cf. paraplesius (D'ORB.)				
F O R A M I N I F E R E S				
Lenticulina nodosa (REUSS)				
Trocholina paucigranulata MOULLADE				
Dorothia zedlerae n. sp.				
Valvulammina sp.				
Lenticulina ouachensis (SIGAL)				
Patellina subcretacea CUSHM. & ALEX.				
Lenticulina busnardoï n. sp.				
Dorothia hauteriviana (MOULLADE)				
Spirillina neocomiana MOULL.				
Gaudryinella eichenbergi n. sp.				
Lenticulina ouach. bartensteini n. ssp.				
Lenticulina eichenbergi BART. & BRAND				
Verneulinoides neocomiensis (MJATL.)				
Haplophragmoides vocontianus n. sp.				

faibles variations lithologiques locales, dues à des changements dans les conditions de sédimentation ou de faciès.

Ainsi la coupe des Gorges d'Amayon, près de La Motte-Chalançon (Drôme), se montre tout-à-fait semblable à celle de La Charce et l'on peut y noter l'apparition des Lyticoceras 35 mètres sous les niveaux plus calcaires attribués à l'Hauterivien basal, leur disparition s'effectuant 30 mètres au-dessus. D'autre part les tout premiers mètres de cet Hauterivien calcaire m'ont fourni un exemplaire d'Oosterella cf. cultrata (D'ORB.) (dét. R. BUSNARDO).

Près d'Aubres (Drôme) (Ravin de l'Enfernet), j'ai pu recueillir à 40 m sous l'Hauterivien conventionnel, dans une formation encore assez marneuse, épaisse d'une cinquantaine de mètres et sus-jacente aux marnes valanginiennes proprement dites, des Lyticoceras accompagnés d'un Neocomites campylotoxus (UHL.) (1), Ammonite valanginienne. Dans le banc immédiatement sous-jacent aux couches de l'Hauterivien proprement dit, j'ai trouvé simultanément Crioceratites nolani (2), C. gr. duvali (2), Oosterella garciae (NICKLES) (1). A l'encontre des deux premières, cette dernière forme est généralement considérée (cf. SAYN, BASSE de MENORVAL) comme appartenant encore au Valanginien.

Enfin, autre exemple, à Salarans (Hautes-Alpes), j'ai récolté dans les premiers bancs de l'Hauterivien à faciès calcaire affirmé : C. nolani (2), C. duvali (2); 25 mètres au-dessus : C. duvali (2), et 30 mètres au-dessus : Lyticoceras sp. (1), ? Lyticoceras tendant vers Endemoceras (1), Crioceratites duvali (2), Holcostephanus jeannoti D'ORB. (2).

Il est donc certain qu'en fosse vocontienne les Neocomitidae rapportés au genre Lyticoceras, distincts des formes germaniques avec tubercules nets que THIERMANN a récemment isolés génériquement sous le nom d'Endemoceras, apparaissent dès la moitié supérieure de la formation des "calcaires mameux à Hoplites neocomiensis" de PAQUIER. L'auteur rattachait cette formation au Valanginien et il est effectivement possible d'y recueillir de rares Ammonites à cachet valanginien (Leopoldia biassalensis, Oosterella garciae, Neocomites campylotoxus, Lyticoceras cf. amblygonium, "Distoloceras" cf. longinodum) tandis que les formes hauteriviennes indiscutables n'apparaissent qu'à son extrême sommet.

Mais d'autre part ces mêmes Lyticoceras se perpétuent quelque peu dans l'Hauterivien inférieur, leur extinction dépassant souvent nettement les niveaux où sont apparus les premiers Criocères. Leur répartition ne semble d'ailleurs pas très constante d'une coupe à l'autre. Il faut également noter la présence d'un banc calcaire offrant une grande accumulation de ces organismes, qui a pu être utilisé comme repère local, mais qui n'est pas constamment représenté et dont la signification chronostratigraphique n'est pas certaine. A La Charce ce banc-repère se situe très peu avant l'extinction du groupe.

A la lumière de tous ces faits d'observation, et si l'on garde présents à l'esprit les résultats et les conceptions de PAQUIER, on ne peut guère justifier l'érection d'une zone paléontologique initiale à Lyticoceras s.l. sp. dans l'Hauterivien inférieur vocontien (Colloque Crétacé inférieur en France, 1963).

(1) Déterminations de R. BUSNARDO.

(2) Déterminations de J-P. THIEULOY.

En effet, d'une part cette zone, ainsi dénommée, et sans qu'il soit même question de discuter sa validité intrinsèque, semble bien s'étendre largement de part et d'autre de la limite entre le Valanginien et l'Hauterivien vocontiens telle qu'elle fut définie par les anciens auteurs. D'autre part on ne saisit pas pourquoi Acanthodiscus radiatus (BRUG.), qui "appartient bien à l'Hauterivien inférieur, mais... est introuvable dans le faciès purement vaseux" (PAQUIER, 1900, p. 498), a été choisi en 1963 comme unique fossile-guide de la seconde zone de l'Hauterivien inférieur vocontien (1), tandis qu'était omise Leopoldia castellanensis D'ORB. encore assez bien représentée en faciès vocontien et associée à A. radiatus par PAQUIER pour caractériser sa sous-zone basale de l'Hauterivien.

PAQUIER s'est en effet heurté au problème posé par l'absence d'A. radiatus en fosse vocontienne, alors que ce fossile constitue un excellent repère de l'Hauterivien basal dans les faciès plus néritiques. Il semble qu'il ait malgré tout poussé trop loin l'extrapolation, en intégrant cette espèce comme fossile caractéristique et surtout en lui attribuant le même niveau stratigraphique qu'à Leopoldia castellanensis.

Ses arguments se limitent en fait à la citation d'un exemplaire d'A. radiatus recueilli par C. LORY à La Charce, "dans les assises de base... à en juger par la gangue", et d'autre part à la récolte par SAYN et KILIAN en des niveaux glauconieux (faciès de condensation) du pourtour de la fosse vocontienne de "Crioceras duvali... associé à Hoplites radiatus, Hoplites castellanensis".

Or nous verrons, dans le chapitre consacré à l'Hauterivien, que si à La Charce J-P. THIEULOY et moi avons effectivement recueilli Leopoldia castellanensis dans l'Hauterivien inférieur, cette espèce n'apparaît, dans cette coupe, que très nettement au-dessus (plus de 50 mètres) du mur de la formation calcaire marquée par la présence des premiers C. nolani, et que la zone définie par la répartition de L. castellanensis se place en fait plutôt assez haut dans l'Hauterivien inférieur, un peu au-dessous de la zone à Subsajnella sayni.

Il me paraît également intéressant de donner ici dès maintenant un rapide aperçu de la succession relevée, pour ces termes de passage du Valanginien à l'Hauterivien, dans la région de Chabrières (Basses-Alpes) (fig. 6) (en collaboration avec R. BUSNARDO, J-P. THIEULOY, G. THOMEL et Mme S. GUILLAUME), dans le cadre de recherches actuellement en cours sur les profils parastratotypiques du Crétacé inférieur. La coupe de Chabrières offre en effet l'avantage de se situer en un secteur de transition entre les faciès vocontiens et les faciès plus néritiques, permettant ainsi de retrouver des fossiles tels qu'Acanthodiscus radiatus dans un contexte plus favorable pour d'éventuelles corrélations :

- a - niveau à Saynoceras verrucosum (2 mètres).
- b - formation épaisse d'une quinzaine de mètres, à prédominance mameuse, avec intercalations de bancs indurés plus ou moins espacés (Sarasinella sp., Leopoldia biassalensis (KAR.), Macrophyllloceras winckleri (UHL.)).

(1) Voir à ce sujet les réserves émises par J-P. THIEULOY (Colloque Crétacé inférieur, rapport sur l'étage Hauterivien, p. 89).

- c - niveau glauconieux (1 mètre) subdivisé en trois bancs distincts. Parmi la faune abondante qui a été recueillie, il faut signaler dans le banc initial : Lyticoceras cryptoceras (D'ORB.) et dans le banc médian : Acanthodiscus radiatus (BRUG.) (plusieurs exemplaires), Leopoldia leopoldi (D'ORB.), Crioceratites sp.

Selon R. BUSNARDO et J-P. THIEULOY la totalité de la faune récoltée dans la formation b et dans le banc inférieur du niveau c, actuellement à l'étude, serait valanginienne, tandis que dès le banc médian la faune serait hauterivienne.

- d - petit niveau marneux épais de 1,50 m.

- e - formation nettement plus calcaire.

1. Sur les dix premiers mètres : bancs calcaréo-marneux de 0,25 à 0,50 m alternant avec des lits mamo-calcaires de 0,50 à 0,80 m.

2. Ensuite alternance plus serrée de bancs calcaréo-marneux de 0,20 à 0,40 m et d'interlits mamo-calcaires de 0,20 à 0,30/0,40 m.

Dès la base du niveau e1 il faut noter la présence de Crioceratites nolani (KIL.), et quarante mètres au-dessus celle de C. duvali (LEV.).

Les études ne sont pas encore actuellement suffisamment avancées, ni assez étendues régionalement, pour qu'il soit permis de tirer des conclusions définitives, mais on peut déjà, à l'aide de ces premières observations, tenter une esquisse de corrélation entre la série de Chabrières et les séquences vocontiennes.

Il est ainsi tout-à-fait raisonnable de penser que les niveaux qui s'intercalent ici entre l'horizon a et la base de la formation e doivent approximativement correspondre aux "calcaires marneux à Hoplites neocomiensis" de PAQUIER; ils se montrent ici sous une épaisseur fortement réduite (à peine une vingtaine de mètres), due à des rythmes de sédimentation et de subsidence différents; en outre le niveau glauconieux représente un faciès pour lequel la condensation est sans doute encore plus accentuée.

La méconnaissance du taux de condensation et de ses variations momentanées éventuelles interdit d'ailleurs de procéder de prime abord à une corrélation purement géométrique : ce n'est pas parce que le banc à A. radiatus se situe très près du sommet de la séquence b-c-d à Chabrières que le niveau homologue en faciès vocontien doit à priori lui aussi se placer en des termes élevés des calcaires à Hoplites; il ne s'agit là que d'une hypothèse de travail, qui devra être confirmée par l'étude exhaustive des faunes. De même la trop grande rareté des Lyticoceras en faciès subnérétique ne permet pas que l'on se fasse une idée précise des relations entre leur durée de répartition et celle d'A. radiatus.

Quoi qu'il en soit, si les études réalisées à Chabrières n'apportent pas pour le moment de données décisives, l'ensemble de faits d'observation recueilli en territoire vocontien ne milite pas en faveur de l'adjonction à l'Hauterivien d'une zone initiale à Lyticoceras s.l. sp., encore moins pour qu'elle soit placée sous une zone uniquement définie par la présence d'Acanthodiscus radiatus.

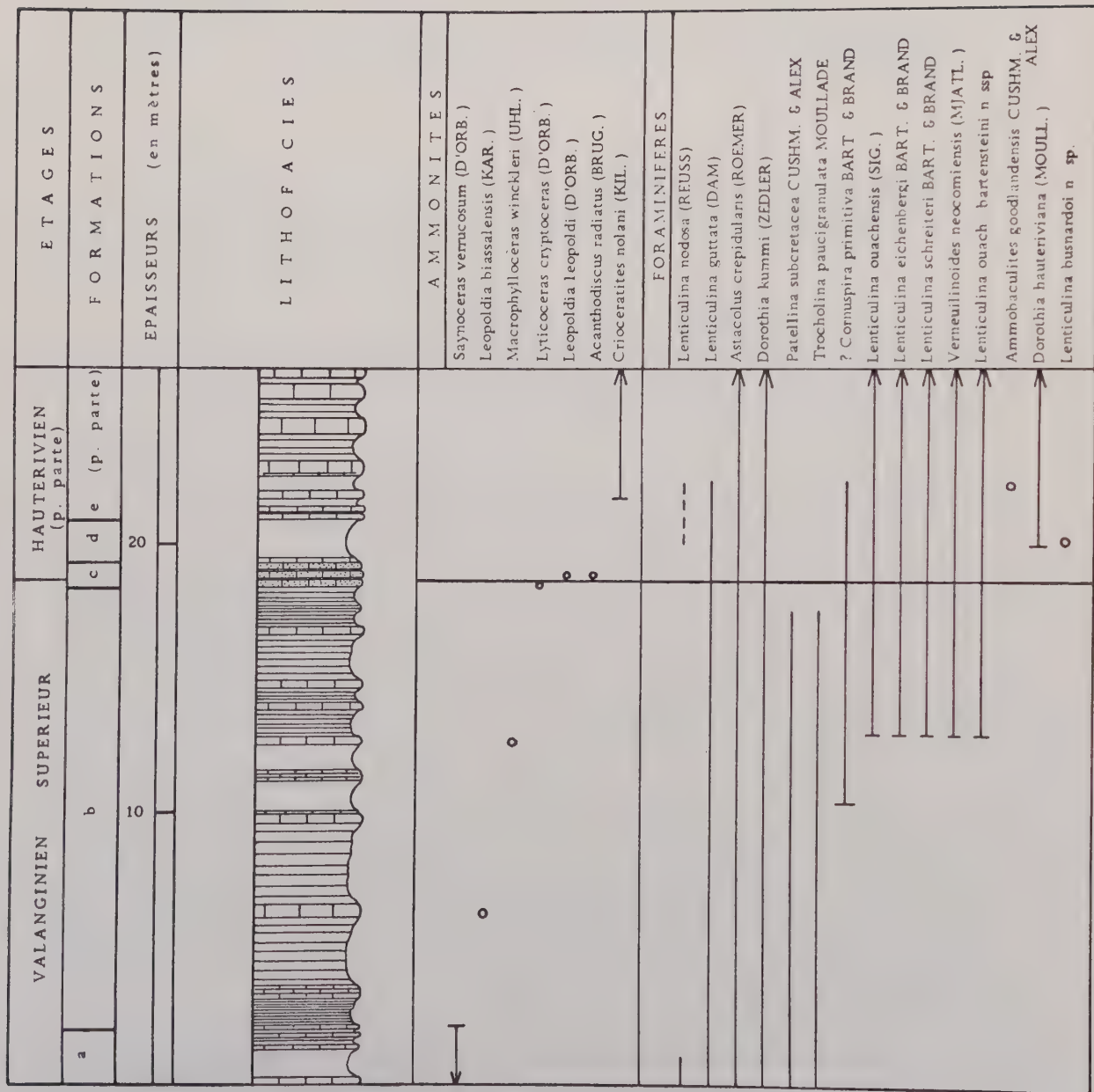


Fig. 6 - Coupe du Valanginien supérieur de Chabrières (Basses-Alpes)

Il est vrai que PAQUIER a en quelque sorte inconsciemment ouvert la voie à une telle prise de position, en englobant dans le concept "zone à Saynoceras verrucosum" toute la formation, mal caractérisée paléontologiquement, qui surmonte le niveau à S. verrucosum proprement dit, sur la foi d'un seul exemplaire de cette espèce-guide qu'il recueillit dans la dite formation à l'Est de la Vanige; son assimilation se justifiait cependant du fait que les rares fossiles significatifs rencontrés en ces niveaux leur assignaient un âge valanginien plutôt qu'hauterivien. Mais elle a certainement induit en erreur nombre de ses successeurs, qui semblent avoir restreint le Valanginien supérieur aux seules couches fournissant effectivement S. verrucosum, et avoir ressenti par conséquent la nécessité de combler un hiatus, d'où la recherche de formes-guides pour les termes sus-jacents.

Le choix des Lyticoceras paraît cependant malencontreux, la longévité de ce groupe étant telle que la zone qu'il définit doit déborder plus ou moins largement de part et d'autre, en l'englobant, l'équivalent latéral de la zone à Acanthodiscus radiatus; d'autre part, et là il s'agit d'une certitude, elle se situe nettement sous les couches à Leopoldia castellanensis. Incontestablement cette question réclame de nouvelles études, très approfondies.

Il m'est pourtant nécessaire de faire dès maintenant un choix dans les régions vocontiennes, afin que l'échelle micropaléontologique qui va être dégagée ci-dessous soit indexée sur quelque repère.

Je pense que l'on peut raisonnablement, en faciès vocontien, se rallier pratiquement à la position de LORY et de PAQUIER en réunissant au Valanginien la majeure partie de la formation des "calcaires marneux à H. neocomiensis", soit au moins la totalité de la formation c (Orpierre, La Charce); l'Hauterivien conventionnel débute alors avec le niveau d, correspondant ainsi approximativement avec l'apparition des premiers Crioceratites nolani. Il faut cependant espérer que des recherches ultérieures permettront de définir avec plus de certitude l'équivalent vocontien du niveau à Acanthodiscus radiatus.

3) INVENTAIRE MICROFAUNIQUE.

Par la "dilatation" de leurs séries et par la richesse relative des microfaunes qu'elles ont livrées, les coupes d'Orpierre et de La Charce constituent à nouveau, de même que pour l'inventaire lithologique et la répartition des Ammonites, la base fondamentale pour l'analyse micropaléontologique du Valanginien vocontien. Le schéma que l'on peut en dégager a d'ailleurs été constamment retrouvé dans la totalité des autres coupes, sans variations notables.

L'examen approfondi des tableaux de répartition des Foraminifères (fig. 4, 5, 7) montre immédiatement que dans l'épaisse séquence considérée semblent s'individualiser plusieurs coupures intéressantes dues aux décalages dans l'ordre d'apparition et d'extinction de diverses espèces.

- Une donnée importante consiste en la très brutale chute de fréquence de Lenticulina nodosa

(REUSS), coïncidant exactement avec le toit du niveau à Saynoceras verrucosum. Très abondante au Valanginien inférieur et dans le niveau précité, où elle constitue souvent à elle seule la majorité de la microfaune recueillie, cette espèce n'est plus ensuite représentée que par quelques rares individus, souvent atypiques d'ailleurs (par atténuation ou même disparition des côtes, par exemple).

. Peu avant l'extinction de L. nodosa, il faut noter l'apparition de Dorothia zedlerae n. sp., forme à longévité importante malheureusement, puisqu'elle atteint la limite de l'Hauterivien et du Barrémien.

. Dès la fin de la zone à Kilianella roubaudiana apparaît Lenticulina busnardoï n. sp., espèce intéressante de par sa répartition stratigraphique : sporadiquement représentée dans le niveau à S. verrucosum, elle devient ensuite plus fréquente, pour s'éteindre pratiquement à la limite du Valanginien et de l'Hauterivien.

On peut donc d'ores et déjà affirmer que L. busnardoï indique, à elle seule, le Valanginien supérieur (s.l.), que l'association de L. nodosa et de L. busnardoï n. sp. correspond à peu près aux couches à Saynoceras verrucosum, et qu'une association L. busnardoï n. sp. - Dorothia zedlerae n. sp. correspond aux "calcaires marneux à Hoplites neocomiensis" sensu PAQUIER.

- Une seconde coupure nette et importante est fournie par l'apparition simultanée de Dorothia hauteriviana (MOULLADE), Gaudryinella eichenbergi n. sp., Lenticulina ouachensis bartensteini n. subsp., toutes formes qui se perpétueront plus ou moins avant dans l'Hauterivien. Elle se place à une vingtaine de mètres au-dessus du toit du niveau à S. verrucosum, soit à une quinzaine de mètres au-dessous des premiers Lyticoceras.

La présence simultanée d'une quelconque des trois espèces précitées, d'une part, et de Lenticulina busnardoï, de l'autre, définit donc une zone micropaléontologique (d'une cinquantaine de mètres de puissance) correspondant aux deux tiers supérieurs de la formation des "calcaires marneux à H. neocomiensis".

- La dernière coupure notable coïncide avec les niveaux de base de la formation d, soit à peu près avec la limite conventionnelle du Valanginien et de l'Hauterivien que j'ai adoptée. Elle se marque par l'apparition d'Haplophragmoides vocontianus n. sp., en même temps que s'éteint Lenticulina busnardoï n. sp.

4) CONCLUSIONS.

A l'aide des observations précédentes, il est possible de proposer pour le Valanginien la zonation suivante (voir également fig. 7), encore provisoire du fait que les études en cours de J-P. THIEULOY sur les Ammonites valanginiennes permettront certainement un découpage plus précis et mieux justifié.

Valanginien inférieur	zone à <u>Kilianella roubaudiana</u>		?	
Valanginien supérieur	?	zone à <u>Saynoceras verrucosum</u>	Lenticulina busnardoï	zone à <u>Lenticulina nodosa</u> et <u>Lenticulina busnardoï</u>
		?		zone à <u>Dorothia zedlerae</u> et <u>Lenticulina busnardoï</u> , sans <u>Dorothia hauteriviana</u>
		zone à <u>Lyticoceras</u> sans Criocères		zone à <u>Dorothia hauteriviana</u> , <u>Gaudryinella eichenbergi</u> , <u>Lenticulina ouachensis bartensteini</u> , <u>Lenticulina busnardoï</u>
limite Valanginien-Hauterivien	apparition des premiers Criocères (<u>C. nolani</u>)		apparition d' <u>Haplophragmoides vocontianus</u> ; extinction de <u>Lenticulina busnardoï</u>	

L'on constate donc que, dans l'état actuel des recherches, le Valanginien supérieur, à l'exception d'un niveau précis marqué par la présence de S. verrucosum, n'est pas caractérisé de manière absolue par les Ammonites. Au point de vue micropaléontologique, il n'a pas été possible de définir strictement par une forme-guide ou une association positive le Valanginien inférieur.

Si l'on examine la répartition des microfaunes dans la coupe de Chabrières aux fins de corrélation (fig. 6), on s'aperçoit qu'il est très difficile de retrouver les éléments de la biozonation qui vient d'être établie en faciès vocontien, à cause de la trop grande sensibilité des Foraminifères aux conditions de milieu.

La microfaune recueillie à Chabrières est très semblable à celle qui fut signalée et décrite par BARTENSTEIN et BRAND dans le Valanginien d'Allemagne du Nord; par contre la part d'espèces communes avec les régions vocontiennes est très faible, ce qui implique de grandes difficultés de corrélation.

On constate seulement qu'à Chabrières le toit du niveau à S. verrucosum correspond aussi à une nette diminution de fréquence de L. nodosa; mais cette espèce semble cependant se perpétuer au-delà avec une représentation un peu plus importante qu'en fosse vocontienne, bien que très souvent également à l'état atypique.

Dorothia zedlerae est absente et remplacée par D. kummi (ZEDLER), également présente dès le sommet du niveau à S. verrucosum; mais il serait aventureux de vouloir tirer une quelconque signification corrélatrice de la répartition de deux formes spécifiquement dissem-

blables et ne vivant pas dans les mêmes milieux.

D. hauteriviana, gênée sans doute aussi par le faciès, n'apparaît, par quelques rares individus, qu'avec les premiers Criocères, sans doute parce qu'à ce niveau le faciès, moins franchement néritique, lui devient plus favorable. Gaudryinella eichenbergi n'est pas représentée. En fait, des trois espèces dont l'apparition correspond à une coupure très nette dans le Valanginien supérieur vocontien (Dorothia hauteriviana, Gaudryinella eichenbergi, Lenticulina ouachensis bartensteini n. ssp.), seule la dernière semble se manifester à Chabrières à son niveau normal, soit une dizaine de mètres au dessus de l'extinction de S. verrucosum et 5 à 6 m au dessous du banc à A. radiatus.

S'il se voyait nettement confirmé par des études ultérieures, actuellement en cours, ce dernier point pourrait présenter beaucoup d'intérêt : il vient en effet justifier, à l'aide d'un argument paléontologique, l'hypothèse précédemment émise sur de simples analogies géométriques, à savoir le parallélisme du niveau à A. radiatus avec des termes plutôt élevés de la série des "calcaires mameux à Hoplites neocomiensis", attribuée (p. parte max.) au Valanginien supérieur.

Un autre fait d'observation secondaire, concernant l'écologie, mérite également d'être souligné. A Chabrières on recueille fréquemment des organismes tels que Patellina subcretacea CUSHM. et ALEX., ? Cornuspira primitiva BART. et BRAND, Trocholina paucigranulata MOULL., Ammobaculites goodlandensis CUSHM. et ALEX., toutes formes qui constituent des indices de milieux néritiques ou littoraux, ce que vient confirmer la présence de très nombreux Ostracodes.

Or, si à Orpierre, située en plein coeur de la fosse vocontienne, elles sont absolument inconnues, par contre à La Charce, en position géographique plus septentrionale et donc déjà plus en bordure, on peut observer la présence sporadique de Trocholina paucigranulata, Patellina subcretacea, Valvulammina sp.; de plus ces espèces se rencontrent plus particulièrement dans les couches riches en plaquettes calcaréo-gréseuses. Or l'on sait (cf. PAQUIER, 1900) que suivi de proche en proche, en se dirigeant vers le Nord, ce faciès calcaréo-gréseux se transforme progressivement au point de finir par évoquer les "calcaires du Fontanil" du Valanginien du Vercors et de la Chartreuse, au caractère néritique affirmé. L'on voit ainsi qu'il est sans doute possible d'utiliser avec fruit pour l'interprétation paléogéographique les données paléo-écologiques fournies par certains Foraminifères.

N		HAUTERIVIEN (p. parte)			E T A G E S	
u r		inférieur (p. parte)			S U B D I V I S I O N S	
ceras sans Crioceratites		Lyticoceras - Crioceratites			ZONES D'AMMONITES	
rgi-bartensteini-busnardoï		vocontianus (p. parte)			ZONES DE FORAMINIFERES	
120	130	140	150	160	EPAISSEURS (en mètres)	
					A M M O N I T E S	
					Kilianella roubaudiana (D'ORB.)	
					Saynoceras verrucosum (D'ORB.)	
					Lyticoceras sp. pl.	
					Crioceratites nolani (KIL.)	
					F O R A M I N I F E R E S	
					Lenticulina nodosa (REUSS)	
					Lenticulina busnardoï n. sp.	
					Dorothia zedlerae n. sp.	
					Dorothia hauteriviana (MOULL.)	
					Gaudryinella eichenbergi n. sp.	
					Lenticulina ouachensis bartensteini n. ssp.	
					Haplophragmoides vocontianus n. sp.	

es et des Foraminifères du Valanginien vocontien.

Chapitre II

L'HAUTERIVIEN : SES SUBDIVISIONS ET SA LIMITE SUPERIEURE

1) ETAT DES CONNAISSANCES.

Si pour LEENHARDT (1883) et KILIAN (1888) l'Hauterivien du Sud-Est de la France demeure une formation paléontologiquement indivise, globalement caractérisée par Crioceras duvali LEV., dès 1895 PAQUIER observe dans les Baronnies la localisation préférentielle de Crioceras duvali à la partie inférieure de l'étage et de Hoplites angulicostatus au sommet.

En 1898 une telle subdivision sera également adoptée par P. LORY :

- | |
|---|
| - zone à <u>Crioceras Duvali</u> , <u>Holcodiscus incertus</u> , etc....
Mamo-calcaires de l'Hauterivien (part. princip.). |
| - zone à <u>Crioceras angulicostatum</u> .
Mamo-calcaires de l'Hauterivien supérieur. |

Pour cette dernière zone, P. LORY ajoute la remarque suivante :

" Je rattache à cette zone le niveau mameux, à fossiles pyriteux, que M. PAQUIER a découvert d'abord dans les Baronnies. Cet auteur semble actuellement porté à la rattacher à la zone inférieure; "

En effet PAQUIER (1900), s'il subdivise également l'Hauterivien en deux zones, donne à la partie inférieure une plus large extension (in tableau p. 512, Diois et Baronnies) :

- zone à <u>Crioceras Duvali</u>	I. sous-zone à <u>Hoplites radiatus</u> et <u>H. Castellanensis</u>
	II. sous-zone à <u>Crioceras Duvali</u> (maximum d'extension)
	III. sous-zone à <u>Desmoceras Sayni</u>
- zone à <u>Hoplites angulicostatus</u>	

S'appuyant sur le résultat de ses travaux et de ceux de LORY, de PAQUIER et de SAYN, W. KILIAN (1907, in Lethaea geogn.) préconise pour l'Hauterivien de "type bathyal" le découpage suivant :

Hauterivien inférieur (zone à <u>Hoplites (Acanthodiscus) radiatus</u> et <u>Crioceras Duvali</u>)	
1. sous-zone à <u>Hoplites (Acanthodiscus) radiatus</u> et <u>Leopoldia Castellanensis</u>	
2. sous-zone à <u>Crioceras Duvali</u>	
Hauterivien supérieur (zone à <u>Desmoceras Sayni</u> et <u>Hoplites (Neocomites) angulicostatus</u>)	
3. sous-zone à <u>Desmoceras Sayni</u>	
4. sous-zone à <u>Hoplites (Neocomites ?) angulicostatus</u>	

Cette zonation a été très généralement admise et utilisée durant un demi-siècle, jusqu'à la tenue du récent Colloque sur le Crétacé inférieur, à la suite duquel ont été apportées quelques modifications importantes, surtout en ce qui concerne l'Hauterivien inférieur :

Hauterivien inférieur	1. zone à <u>Lyticoceras</u> s.l. sp.
	2. zone à <u>Acanthodiscus radiatus</u>
	3. zone non caractérisée (<u>Crioceras duvali</u> étant rejeté)
Hauterivien supérieur	4. zone à <u>Subsainella sayni</u>
	5. zone à <u>Pseudothurmannia angulicostata</u>

2) OBSERVATIONS PERSONNELLES.

PAQUIER avait déjà remarqué et signalé la grande monotonie et l'homogénéité lithologiques des couches hauteriviennes présentant le faciès vaseux à Céphalopodes. En effet, à l'exception d'un niveau médio-supérieur à dominante mameuse et, plus localement et à la base, d'une ou plusieurs passées calcaréo-gréseuses avec silex, l'Hauterivien vocontien offre constamment l'aspect d'une épaisse séquence caractérisée par une alternance très régulière de bancs calcaréo-marneux (puissance moyenne : 0,30 à 0,50 m) et de lits marno-calcaires feuilletés et moins indurés (0,20 à 0,40 m d'épaisseur unitaire moyenne), la marge de variation régionale possible apparaissant très faible.

Il ne semble donc pas nécessaire, pour cet étage, de s'appesantir outre mesure sur de longues descriptions lithologiques, et je n'insisterai, à l'occasion, que sur les rares variations locales.

Il ne m'a pas été possible de trouver en fosse vocontienne une coupe qui présente à la fois l'avantage d'être fossilifère pour tous les niveaux et qui offre la série entière sous de bonnes conditions de visibilité : je serai donc en fait obligé de faire appel, pour l'exposé de la séquence-type, à plusieurs éléments provenant de coupes différentes et raccordés entre eux.

I. Coupe de La Charce (1) (fig. 8)

Coordonnées	début : x = 847,120; y = 245,700
	fin : x = 847,075; y = 245,540

Au dessus de la puissante formation c, dont le détail a été exposé dans le chapitre consacré au Valanginien, on peut relever la succession suivante (où la formation d est rappelée pour mémoire) :

- d - Niveau d'une quinzaine de mètres d'épaisseur, nettement moins marneux que la formation c : les bancs calcaires, de 0,20 à 0,40 m de puissance, s'individualisent plus nettement et sont séparés par des interlits marneux de 0,50 m. Ammonites recueillies : Lyticoceras cryptoceras (D'ORB.), Lyticoceras cf. amblygonium (UHL.), Holcostephanus astierianus (D'ORB.), "Distoloceras" cf. longinodum (NEUM. et UHL.).
- e - Série monotone, d'une épaisseur de 70 mètres, constituée d'une alternance régulière de bancs calcaréo-marneux (0,40 m en moyenne) et de délits marno-calcaires (0,30 m). Parmi les fossiles recueillis, il faut signaler :

(1) Coupe levée en étroite collaboration avec J.-P. THIEULOY, qui est également l'auteur de la totalité des déterminations d'Ammonites.

- . dans la formation entière : Crioceratites nolani (KIL.)
 - . dans la partie inférieure : Lyticoceras cryptoceras (d'ailleurs plus localisé à la base de cette sous-formation initiale, et particulièrement abondant dans un banc repère par lequel elle débute pratiquement), L. cf. paraplesius (D'ORB.)
 - . dans la partie supérieure : Holcostephanus jeannoti (D'ORB.), Leopoldia castellanensis (D'ORB.), Spitidiscus incertus (D'ORB.), S. intermedius (D'ORB.). En des niveaux assez élevés de cette moitié supérieure apparaît (à La Charce) Crioceratites duvali (LEV.).
- f - Ensemble plus marneux, admettant toutefois en son sein une récurrence assez calcaire, dont on ne peut observer que les 25 premiers mètres, car les couches sus-jacentes, correspondant à la dépression de la vallée de l'Oule, sont masquées par les éboulis et les alluvions. Vers le milieu de la série observable nous avons récolté Subsavnella sp., Acrioceras meriani (OOST.) et Crioceratites villersianus (D'ORB.), cette dernière espèce restant seule présente dans les termes supérieurs.

On peut raisonnablement penser que les niveaux d, e, f (p. parte) correspondent à l'Hauterivien inférieur, l'Hauterivien supérieur débutant au sein de la formation f; cette dernière représente très probablement une plus ou moins grande partie de la zone à Subsavnella sayni (j'ai pu en effet relever en maintes autres coupes que l'association Crioceratites villersianus - Acrioceras meriani accompagnait assez fidèlement le fossile-guide de cette zone, sans toutefois présenter une localisation aussi rigoureuse que ce dernier).

Pas plus à La Charce qu'en n'importe quel autre secteur de la fosse vocontienne à faciès vaseux, il ne nous a été donné, malgré de longues recherches, de recueillir le moindre exemplaire d'Acanthodiscus radiatus. Un représentant de cette espèce y fut cependant trouvé autrefois par Ch. LORY, et à ma connaissance il s'agit de la seule citation valable de cette forme en faciès vocontien (1). Elle sert d'ailleurs d'argument à PAQUIER pour paralléliser l'Hauterivien vaseux à C. duvali et Leopoldia castellanensis avec celui des régions plus néritiques.

Les conditions d'affleurement à La Charce ou dans les environs immédiats ne permettant pas d'observer une séquence aussi représentative pour les termes supérieurs de l'Hauterivien, je m'adresserai, pour en exposer le détail, à une coupe que j'ai relevée une douzaine de kilomètres plus au Sud, le long de la R.D.25 entre le col de la Fromagère et Rosans, non loin de la ferme Raton.

(1) Note ajoutée en cours d'impression : R. BUSNARDO a également retrouvé, parmi les éléments de la collection G. SAYN déposés à la Faculté des Sciences de Lyon, un exemplaire indiscutable d'A. radiatus accompagné de la mention : "Hauterivien, La Charce".

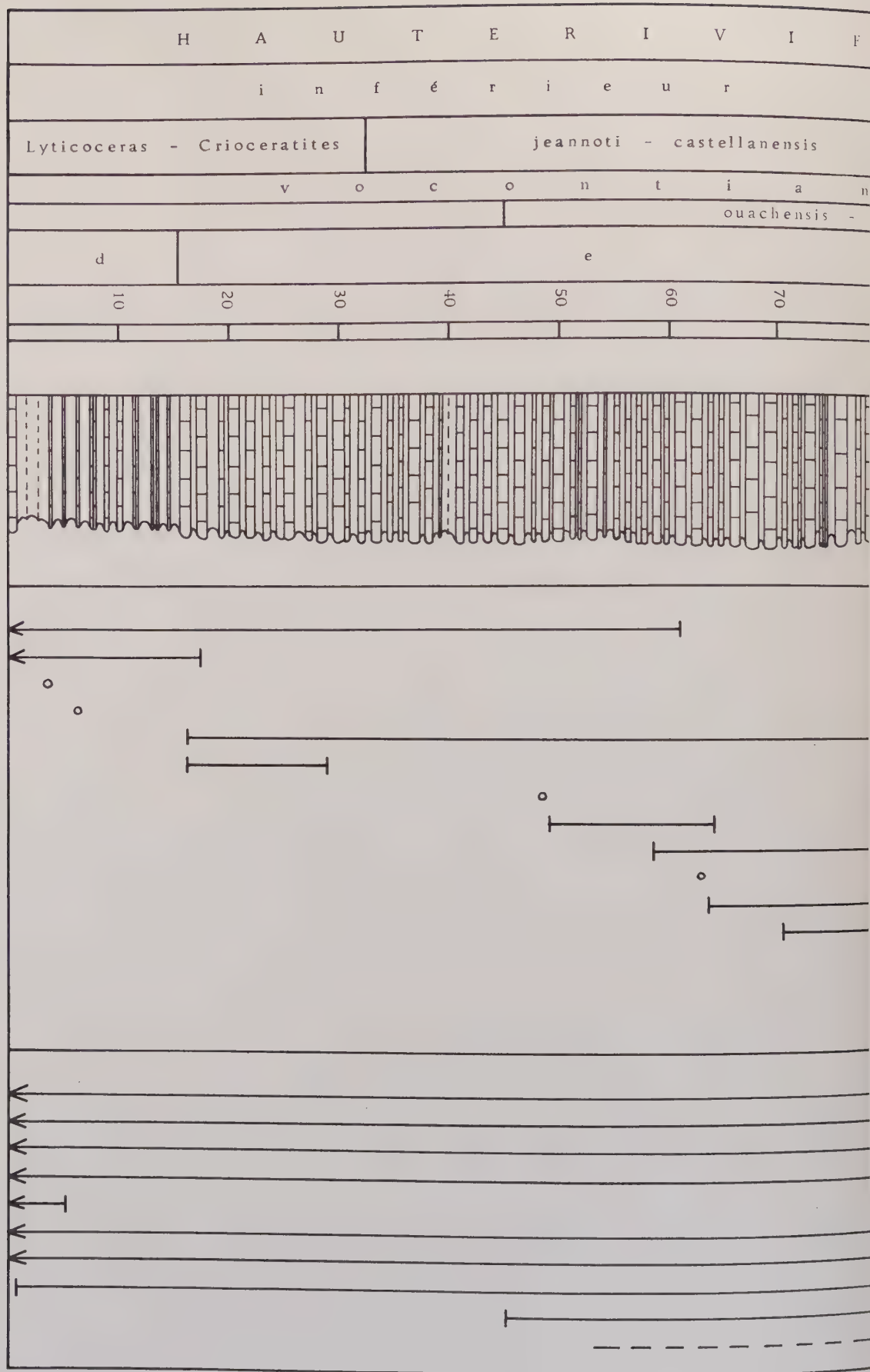
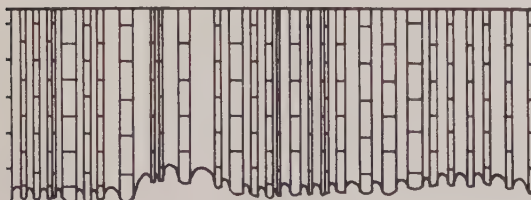


Fig. 8 - Coupe de l'Hauterivien

N (p. parte)		E T A G E S	
	supérieur (p. parte)	S U B D I V I S I O N S	
	villersianus - sayni - meriani	Z O N E S D'AMMONITES	
u s		Z O N E S D E F O R A M I N I F E R E S	
vocontianus			
	f	F O R M A T I O N S	
80	90	100	110
EPAISSEURS (en mètres)			
			
L I T H O F A C I E S			
A M M O N I T E S			
Holcostephanus astieri (D'ORB.)			
Lyticoceras cryptoceras (D'ORB.)			
"Distoloceras" cf. longinodum (N. & UHL.)			
Lyticoceras cf. amblygonium (UHL.)			
Crioceratites nolani (KIL.)			
Lyticoceras cf. paraplesius (D'ORB.)			
Spitidiscus rotula (SOW.)			
Holcostephanus jeannoti (D'ORB.)			
Phyllopachyceras infundibulum (D'ORB.)			
Spitidiscus incertus (D'ORB.)			
Leopoldia castellanensis (D'ORB.)			
Spitidiscus intermedius (D'ORB.)			
Crioceratites duvali (LEV.)			
Crioceratites villersianus (D'ORB.)			
Subsaynella sp.			
Acriceras meriani (OOST.)			
F O R A M I N I F E R E S			
Dorothia zedlerae n. sp.			
Lenticulina gr. ouachensis (SIG.)			
Gaudryinella eichenbergi n. sp.			
Dorothia hauteriviana (MOULLADE)			
Lenticulina busnardoï n. sp.			
Lenticulina ouachensis bartensteini n. ssp.			
Lenticulina eichenbergi BART. & BRAND			
Haplophragmoides vocontianus n. sp.			
Dorothia ouachensis (SIG.)			
Lenticulina ouachensis paucistriata nom. nov.			

II. Coupe de Raton (1) (fig. 9)

Coordonnées début : x = 847,940; y = 239,740
 fin : x = 847,820; y = 239,140

Je rappellerai brièvement les termes de base de l'Hauterivien tels qu'on peut les observer dans cette coupe (série e), avant d'entreprendre la description détaillée de l'Hauterivien supérieur :

e - Série d'une puissance de 130 mètres environ, en médiocre visibilité le long de la route même. Reconstituée à l'aide d'observations complémentaires effectuées dans plusieurs ravins avoisinants, elle se présente de la manière suivante :

1. alternance assez serrée et régulière de bancs calcaréo-marneux et de lits mamo-calcaires (30 m).
2. alternance disposée selon un rythme plus irrégulier, jalonnée sporadiquement de gros bancs calcaires, souvent très finement gréseux, avec silex (50 m).
3. barre calcaire massive, nettement individualisée, avec lits de silex noirâtres (20 mètres).
4. niveau épais d'une trentaine de mètres, constitué à nouveau d'une alternance de bancs calcaires et de lits mamo-calcaires, avec récurrences brèves et sporadiques du faciès calcaréo-gréseux à grain fin (encore de rares silex vers la base du niveau).

f - Formation d'une trentaine de mètres de puissance, dont les 25 premiers sont composés de bancs calcaréo-marneux (0, 20/0, 40 m) et de lits mamo-calcaires (0, 30/0, 50 m) en alternance assez régulière, et le sommet par un niveau franchement marneux (5 m environ) avec rares et minces intercalations plus calcaires.

L'ensemble inférieur nous a livré Crioceratites nolani (KIL.), C. duvali (LEV.), C. duvali sarasini (SARK.), C. villersianus (D'ORB.), Acriceras meriani (OOST.), et le niveau terminal une abondante faunule pyriteuse, parmi laquelle figuraient plusieurs exemplaires de Subsavnella sayni (PAQ.).

g - Formation monotone d'une soixantaine de mètres d'épaisseur, marquée par un accroissement très progressif de l'importance et surtout de la fréquence de l'élément calcaire, à mesure qu'on s'élève dans la série. On peut cependant la décomposer, en fonction de la lithologie et des faunes recueillies, en trois niveaux distincts, approximativement de même importance :

(1) Mes récoltes personnelles d'Ammonites, effectuées en relevant cette coupe, ont été étudiées par J-P. THIEULOUY en ce qui concerne les formes déroulées, par R. BUSNARDO pour les autres groupes. D'autre part je cite ici, outre mes propres récoltes, les résultats provenant de récoltes complémentaires effectuées et intégralement déterminées par J-P. THIEULOUY.

1. séquence à prédominance encore assez nettement mameuse, moins cependant que dans le niveau sommital de la formation f (15 à 20 m). A l'exception de rares Phylloporachyoceras infundibulum (D'ORB.), forme sans signification stratigraphique précise, ce niveau s'est révélé dépourvu de fossiles.

2. séquence de 20 à 25 mètres, caractérisée par des bancs calcaréo-mameux et des lits marno-calcaires d'épaisseur égale (0,20 à 0,40 m). Parmi les fossiles recueillis, il faut citer : Plesiospitidiscus ligatus (D'ORB.), Crioceratites nolani, C. duvali, Balearites balearis (NOL.).

3. séquence nettement plus calcaire (20 m), avec des bancs de 0,40 à 0,60 m, de plus en plus massifs et resserrés, les lits marno-calcaires (0,10/0,20 m) devenant au contraire de plus en plus rares, à mesure que l'on monte dans la série. Vers la base se place une mince intercalation (0,15 m) constituée d'un calcaire finement gréseux, brun rougeâtre, montrant au microscope de petits Foraminifères benthiques et néritiques (Miliolidae, Ataxophragmiidae, etc....).

Cette séquence plus calcaire, très fossilifère, nous a livré en particulier : Crioceratites nolani, Plesiospitidiscus ligatus (ces deux formes, surtout la première, n'atteignant cependant pas tout-à-fait le sommet du niveau).

Dans la partie supérieure apparaissent Pseudothurmannia angulicostata (D'ORB.), Barremites difficilis (D'ORB.); la première espèce se caractérise lors de son apparition par une accumulation massive en deux bancs, puis elle se raréfie, pour disparaître au toit du niveau g 3. Par contre Barremites difficilis se poursuivra bien au-delà.

Vers le sommet on recueille, sur quelques mètres, Pseudothurmannia mortilleti (PICT. et C.), et 5 mètres sous le toit de la formation g surgit Emericiceras emeric (D'ORB.), espèce barrémienne que l'on récoltera en abondance dans les couches sus-jacentes.

h - Importante séquence caractérisée par des rythmes sédimentaires et des constituants lithologiques plus variés que précédemment.

. On peut y distinguer un premier niveau, épais de 25 mètres environ, où les bancs indurés, de puissances variées mais le plus souvent assez épais (0,40 à 1 m) sont généralement encore assez jointifs (rares et minces lits marno-calcaires intercalés). Il faut y noter la présence sporadique de bancs de calcaire bioclastique à grain fin. Parmi les Ammonites recueillies en ce niveau, citons : Barremites difficilis, Lytoceras vogdti KARAK., Paraspiticeras percevali (UHL.), Pseudothurmannia sp., puis Pulchellia sp., Emericiceras emeric (fréquent), Raspailiceras cassidoides (UHL.).

. Le niveau sus-jacent montre une alternance encore plus irrégulière, dans le rythme et les épaisseurs, de bancs calcaréo-mameux (sporadiquement envahis ou remplacés par le faciès bioclastique, au grain beaucoup plus grossier cette fois) et de passées marno-calcaires, en règle générale nettement plus épaisses que dans le niveau précédent. Ont été récoltés à ce niveau : Barremites hemiptychus (UHL.), Hamulina astieri (D'ORB.), Holcodiscus kiliani PAQ., Raspailiceras cassidoides, Hamulina cf. haueri HOH.

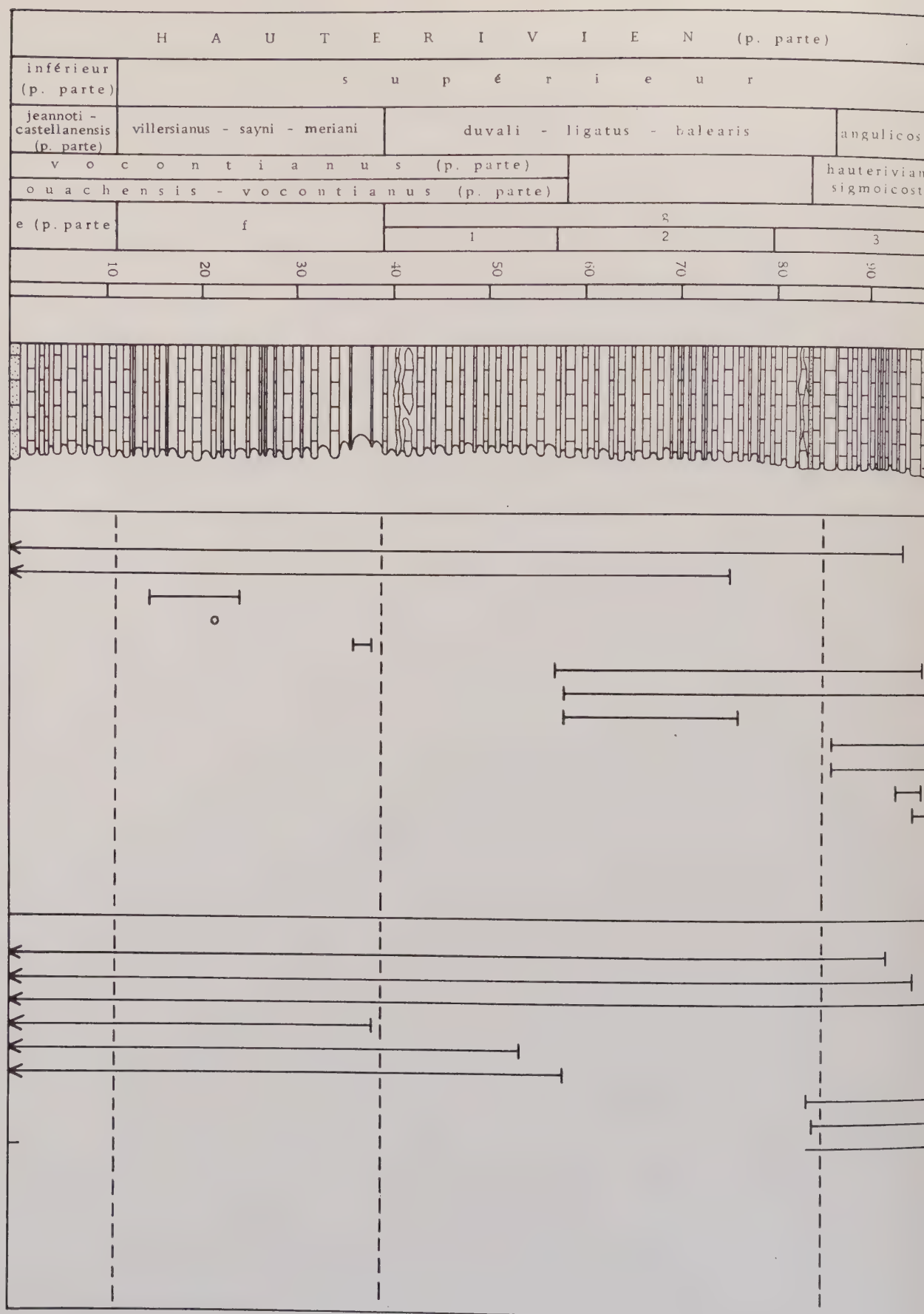
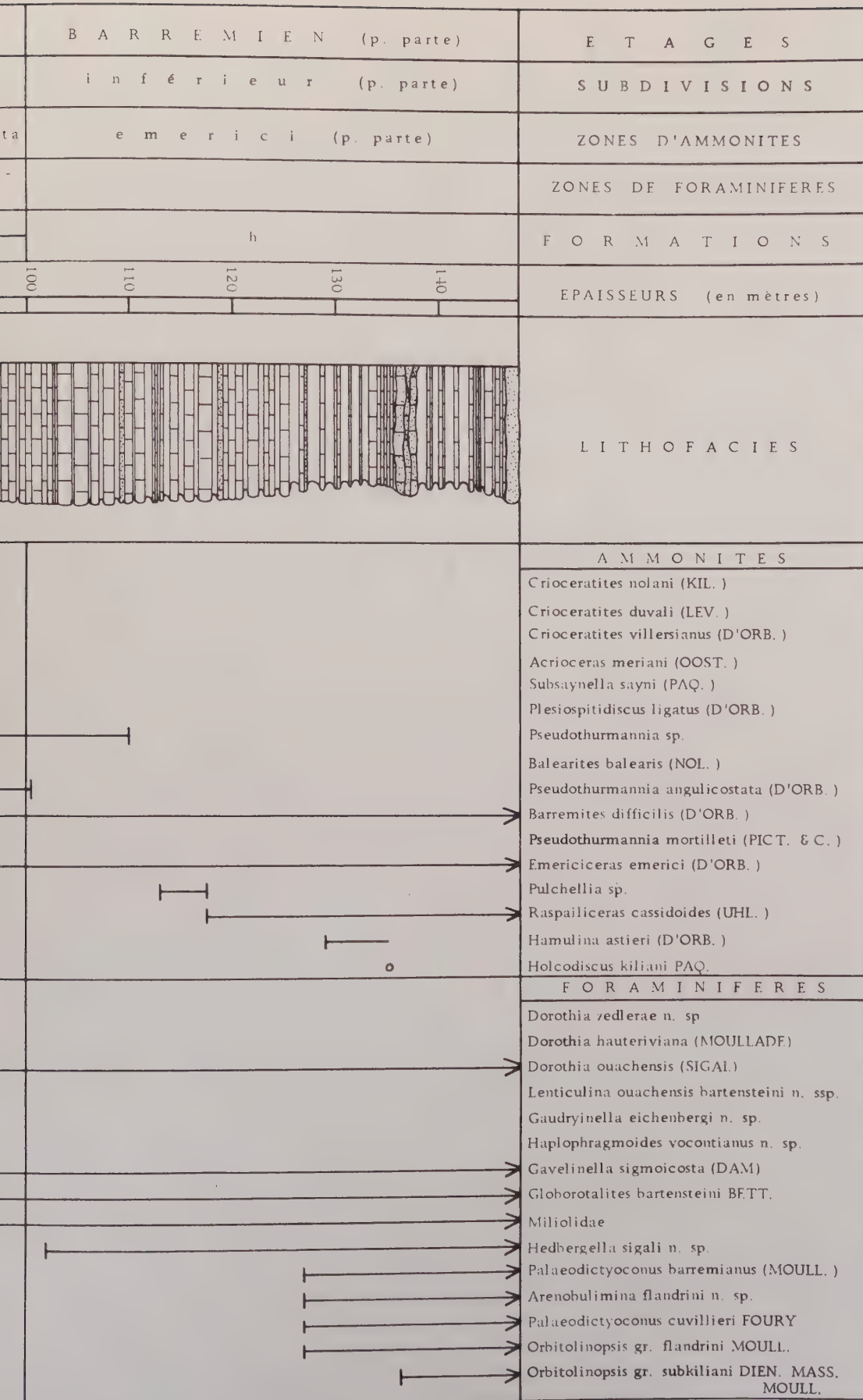


Fig. 9 - Coupe de l'Hauterivien de la Fer



Les faunes recueillies dans la formation f, sus-jacente à la formation e (= Hauterivien inférieur p. parte max.), permettent d'affirmer qu'en son sein doit se placer la limite entre l'Hauterivien inférieur et l'Hauterivien supérieur. En effet, comme je l'ai indiqué plus haut, l'association composée de Crioceratites villersianus et d'Acrioceras meriani, limitée ici aux horizons inférieur et médian de ladite formation, semble liée, mais de façon plus ou moins lâche, à la zone à Subsaynella sayni.

Si j'ai effectivement recueilli assez souvent ces trois espèces ensemble, il m'est arrivé également d'observer la présence de C. villersianus ou d'A. meriani un peu au dessous et / ou un peu au dessus des niveaux précis dans lesquels, à l'occasion d'une coupe déterminée, j'ai pu récolter Subsaynella sayni.

Cette dernière espèce peut d'ailleurs, comme dans le cas de la coupe de Raton, être recueillie en une tranche de sédiments fort réduite en épaisseur, mais en d'autres régions (par exemple celle d'Orpierre) sa répartition effective s'étage sur plus de trente mètres. Très souvent elle ne se récolte pas dans la totalité du niveau marneux que l'on serait tenté de rapporter en entier à la zone, et il semble bien que, selon les points, ce n'est pas toujours exactement le même horizon de la zone qui se montre fossilifère.

Tout ceci, venant s'ajouter aux très probables variations locales dans la répartition de C. villersianus et d'A. meriani, justifie une certaine approximation dans l'appréhension exacte de la zone à sayni, malgré tout fort acceptable si l'on se replace dans le contexte de l'étage entier.

Une telle incertitude quant aux limites exactes de cette zone pose cependant le problème de l'attribution stratigraphique du niveau 1 de la formation g, étant donné qu'il s'agit d'un niveau à prédominance marneuse encore assez marquée et que, d'autre part, il se révèle dépourvu de fossiles caractéristiques. On peut être ainsi tenté de le rapporter encore à la zone à sayni au vu du faciès, sans pouvoir éventuellement justifier cette prise de position par des arguments paléontologiques valables.

Malheureusement l'étude de ces mêmes niveaux en de nombreuses autres coupes, où ils se révèlent tout aussi médiocrement fossilifères, ne renfermant guère, dans les cas les plus favorables, que Crioceratites nolani, C. duvali ou, encore plus rarement, C. villersianus et Acrioceras meriani, n'apporte rien qui soit décisif.

J'ai pu constater également, comme l'illustre particulièrement bien l'exemple de la coupe de Raton, que l'on ne peut rapporter à la zone à Pseudothurmannia angulicostata au sens strict qu'un volume de terrains assez réduit (ici le niveau g 3); le niveau g 2 n'est en effet caractérisé que par l'association de C. duvali, C. nolani, Plesiospitidiscus ligatus et Balearites balearis. Ceci démontre combien sont "ponctuelles" les zones paléontologiques définies par les anciens auteurs.

A lire les écrits de PAQUIER ou de KILIAN, on s'imaginerait au contraire pouvoir aisément décomposer l'Hauterivien en séquences qui ne présentent entre elles aucune discontinuité, procédant ainsi selon un schéma de découpage familial des usagers des techniques de biozonation micropaléontologique.

Or nous avons pu déjà voir, à l'aide des coupes d'Orpierre, de La Charce ou de Raton, qui présentent pourtant l'avantage d'être continûment fossilifères pour les séries que nous avons

observées, que les niveaux respectifs à Kilianella roubaudiana, Saynoceras verrucosum, Leopoldia castellanensis, Subsajnella sayni sont toujours séparés par un hiatus, et que de même une épaisse tranche de sédiments, d'attribution indéterminée, subsiste entre les niveaux à S. sayni et ceux où l'on récolte Pseudothurmannia angulicostata. Ce phénomène rend délicate la superposition précise des coupures fondées sur l'analyse micropaléontologique avec la zonation pratiquée à l'aide des Ammonites.

Par contre la limite entre l'Hauterivien et le Barrémien se place ici sans guère d'ambiguïté; les répartitions respectives de P. angulicostata, considérée comme un fossile hauterivien, et d'Emericiceras emerici (D'ORB.), forme barrémienne, offrent certes un chevauchement, mais heureusement très léger puisqu'en définitive il permet de fixer la limite entre les deux étages à cinq mètres près. Ensuite, très rapidement, l'apparition de Pulchellies et d'Holcodiscus kiliani, accompagnant E. emerici, vient confirmer l'âge barrémien de la formation h.

III. Données complémentaires. Variations de faciès.

Le schéma stratigraphique, dont les données viennent d'être dégagées à l'aide de quelques exemples particulièrement significatifs, peut être appliqué à l'ensemble de la fosse vocontienne, sans variations notables dans la nature et la succession des faunes.

Ainsi la coupe visible dans les gorges d'Amayon, où l'Hauterivien est représenté par 190 mètres de sédiments, offre une succession très analogue à celle de La Charce, bien que beaucoup moins fossilifère et par là-même moins riche d'enseignements. La faune récoltée se limite en effet essentiellement à de nombreux Criocères; C. villersianus s'observe jusqu'à une quinzaine de mètres au-dessus de la zone à Subsajnella sayni, et C. duvali déborde cette même zone par le haut de près de 45 mètres (35 mètres dans la coupe de Raton). J'ai en outre déjà eu l'occasion de signaler, dans le chapitre réservé à l'étude du Valanginien, que dans cette coupe d'Amayon il m'avait été donné de recueillir des Lyticoceras jusqu'à 35 mètres au-delà de la limite entre le Valanginien et l'Hauterivien.

La coupe d'Orpierre permet également d'observer une succession favorable pour ce qui est de l'Hauterivien. On peut, en ce secteur, rapporter à cet étage une séquence de 215 mètres d'épaisseur (pour 200 à 220 dans la région de Raton, 190 à La Charce, soit une puissance remarquablement constante pour ce secteur central de la fosse vocontienne). Elle est constituée comme toujours d'une alternance de calcaires marneux et de marno-calcaires, au milieu de laquelle s'intercalent sporadiquement quelques bancs calcaréo-gréseux, avec ou sans silex.

On constate que dans cette coupe les récoltes de Subsajnella sayni s'étagent sur 30 mètres d'épaisseur et que la zone paléontologique ainsi définie, qui ne se confond d'ailleurs pas exactement avec la séquence plus marneuse intercalée au milieu de l'étage, se trouve séparée de la zone à Pseudothurmannia angulicostata par un hiatus de 70 mètres dépourvu de fossiles vraiment significatifs. De même que partout ailleurs, Crioceratites duvali et C. nolani débordent très largement vers le haut la zone à sayni, respectivement ici de 35 et 65 mètres.

Si au centre de la fosse vocontienne l'Hauterivien possède assez uniformément une épaisseur moyenne de l'ordre de 200 mètres, l'on remarque une augmentation assez sensible en se dirigeant vers le Nord-Ouest et l'Ouest. Il s'agit d'ailleurs là d'un phénomène assez général pour l'ensemble des termes du Crétacé inférieur, que l'on peut aisément expliquer : en gagnant la bordure occidentale de la fosse, on se rapproche de plus en plus de la zone d'apports que constituait le Massif Central.

Je ne m'appesantirai pas plus avant sur les caractéristiques séquentielles hauteriviennes et les faunes qu'elles renferment, mais avant d'aborder leur étude d'un point de vue micropaléontologique je voudrais toutefois consacrer quelques développements à la seule variation lithologique notable que présente localement cet étage en secteur vocontien. Il s'agit de l'intercalation, à différents niveaux, de passées finement détritiques, couramment dénommées "barres à silex" par les géologues qui travaillent habituellement en ces régions.

Remarquées depuis fort longtemps par les anciens auteurs (ex. HEBERT, Ch. LORY), elles ne sont cependant l'objet que d'une analyse très incomplète de la part de PAQUIER. Cet auteur traite en effet rapidement de ce faciès particulier dans le chapitre consacré au Valanginien et semble en fait avoir confondu en un même ensemble les calcaires à plaquettes gréseuses du Valanginien supérieur (parfois localement pourvus de quelques silex) et la totalité des intercalations détritiques à silex de l'Hauterivien.

A la lumière d'observations nouvelles, soit personnelles, soit provenant des travaux inédits des élèves-ingénieurs de l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole, j'ai au contraire pu constater que ces intercalations sont chronologiquement distinctes du faciès particulier qui affecte le Valanginien supérieur du secteur nord de la fosse vocontienne. D'autre part, on s'aperçoit dans le détail qu'il existe en réalité plusieurs ensembles étagés à divers niveaux de l'Hauterivien, chacun possédant en outre une répartition géographique déterminée.

Je mentionnerai tout d'abord pour mémoire, car il s'agit d'une variation de faciès dont la cause et la signification sont bien différentes du phénomène qui nous occupe, l'existence d'un niveau grésoglaucieux, dépourvu de silex, développé à la limite du Valanginien et de l'Hauterivien. Ce niveau glauconieux s'observe dans un secteur très septentrional de la fosse vocontienne, correspondant à la partie nord de la feuille Die au 50 000ème, et s'atténue très rapidement dès que l'on se dirige plus au Sud.

En réalité ce phénomène n'appartient déjà plus au domaine vocontien, il ne représente que la terminaison méridionale d'un faciès glauconieux, néritique et de condensation sédimentaire, de l'Hauterivien basal du Vercors et de la Chartreuse.

Le faciès des "barres à silex" proprement dites se révèle différent. Il affecte généralement un banc ou un ensemble de bancs de calcaire compact, le plus souvent finement gréseux, gris-noir à la cassure et à patine roussâtre, enrichi de lits de silex noirs. Au microscope, ces calcaires finement détritiques apparaissent assez souvent pétris de Foraminifères benthiques de petite taille (tels que Vemeuilinidae, Textulariidae, Ataxophragmiidae, Miliolidae) et de spicules de Spongiaires; le ciment est constitué par de la calcite plus ou moins finement recristallisée et les spicules sont également épigénisés en calcite, ce qui permet d'envisager une des origines probables de la silice. Les grains de quartz, plus ou moins abondants selon les cas, se montrent, tout comme les éléments organiques, de petite taille et assez bien classés.

Il est donc possible d'interpréter ces épisodes, marqués par une légère et brusque recrudescence de la clasticité, comme la résultante indirecte et lointaine d'à-coups tectoniques affectant des régions émergées où affleurait le socle; le phénomène de transport par des courants s'est en outre exercé aux dépens d'organismes vivant en des milieux plus littoraux et plus néritiques, situés à une certaine distance de la zone de dépôt, comme l'impliquent la nature, la taille et le classement des Foraminifères observés.

Il s'agit donc d'une variation de faciès due à des apports exogènes, ne résultant pas d'une modification locale des conditions paléogéographiques. L'étude du mode de répartition de ces faciès permet même de se faire une idée du sens des courants responsables du transport. En effet, on observe pour la partie nord de l'aire de répartition une apparition brutale et intense des intercalations détritiques. Vers le Sud, au contraire, on assiste à une atténuation et à un étalement très progressifs du phénomène dans le temps et dans l'espace (réduction ménagée du nombre et de l'importance des bancs détritiques, avec lointains et discrets rappels). Il n'est donc pas interdit de penser que les courants d'amenée du matériel ont dû suivre une trajectoire dirigée en gros du Nord vers le Sud.

Me contentant pour le moment de noter ce phénomène, sur lequel j'aurai l'occasion de revenir, je vais maintenant considérer successivement les divers ensembles détritiques à silex, classés selon leur niveau stratigraphique et leur répartition géographique à l'intérieur de la fosse vocontienne.

1. La formation de calcaires gréseux à silex apparemment la plus ancienne semble, en première analyse, se placer à la limite du Valanginien et de l'Hauterivien et voit sa répartition géographique approximativement limitée aux secteurs nord, nord-est et centre de la feuille Luc-en-Diois au 50 000ème. En réalité la localisation stratigraphique exacte de ce niveau soulève un problème intéressant.

En effet, dans la partie centrale de la feuille Luc-en-Diois on constate qu'entre la barre à silex, objet de l'étude, et la masse des marnes valanginiennes franches, s'intercale une séquence un peu plus calcaire, assimilable par son faciès et par sa faune à la formation des "calcaires mameux à Hoplites neocomiensis" de PAQUIER, dont l'épaisseur paraît réduite ici à une vingtaine de mètres. Or, en se rapprochant de la limite orientale de la feuille Luc-en-Diois, on constate rapidement que la barre à silex vient surmonter directement les marnes franches.

La première hypothèse plausible consiste à admettre une hétérochronie latérale de la barre. Cependant, quel que soit le secteur considéré, les fossiles recueillis en son sein, ou bien immédiatement au-dessus et en-dessous, permettent de la situer constamment très bas dans l'Hauterivien inférieur et d'exclure formellement un âge valanginien.

Dans les secteurs centraux de la feuille Luc-en-Diois, là où, comme nous l'avons indiqué, les marnes valanginiennes sont encore surmontées par une formation un peu plus calcaire, on constate que le niveau à Saynoceras verrucosum est séparé de la barre à silex par un intervalle assez important.

En se dirigeant vers l'extrémité N-E de la feuille, dans les secteurs où la barre à silex

surmonte directement une formation franchement marneuse, on s'aperçoit que S. verrucosum se récolte de plus en plus près de la barre, pour laquelle les macrofaunes continuent d'indiquer un âge hauterivien. Dans la région de Saint-Julien-en-Bochaîne, par exemple, S. verrucosum a été recueilli à 30 mètres au-dessous de la barre, dont le premier banc a fourni Dichotomites bidichotomus (LEYM.), et dans la région de Montbrand le niveau à S. verrucosum vient même se placer à 5 mètres au-dessous du niveau détritique.

Près du hameau des Oches, une coupe relevée sur la rive droite du Buëch montre que, dans ce secteur, non seulement la barre à silex surmonte directement les marnes valanginiennes, mais encore qu'elle les ravine. Les bancs gréseux, qui se relaient, sont plus ou moins lenticulaires et le contact entre les deux formations apparaît très irrégulier. On peut recueillir S. verrucosum à 25-30 mètres au-dessous du contact, et l'étude des microfaunes vient entièrement confirmer le fait suivant : le Valanginien supérieur se révèle comme tronqué à son sommet, car il y manque au minimum l'équivalent de la "zone à Lyticoceras sans Criocères" et même, en fait, la plus grande partie de la formation des "calcaires marneux à Hoplites neocomiensis".

Il paraît tout-à-fait exclus d'attribuer une telle lacune à une érosion continentale; on peut par contre raisonnablement l'imputer à un phénomène d'érosion sous-marine, provoqué par des courants qui ont plus ou moins intensément raviné le substratum valanginien, avant que se dépose le matériel détritique et bioclastique allochtone participant à la constitution des "barres à silex". Au début, ces sédiments sont venus combler préférentiellement les chenaux formés par les courants de ravinement; ce processus (ainsi que l'irrégularité des courants d'amenée) explique la non-linéarité du contact et l'aspect lenticulaire des bancs à silex.

2. Distinct régionalement de l'aire de répartition de la barre précédente, un vaste secteur se caractérise par la présence, au sein de la série hauterivienne, d'une ou deux barres, plus ou moins nettement affirmées selon les points. Un premier niveau, localement très développé, se situe stratigraphiquement à une trentaine de mètres au-dessus de la limite du Valanginien et de l'Hauterivien; un second, généralement moins net et parfois dédoublé, se place approximativement au sommet de l'Hauterivien inférieur, en-dessous de la zone à Subsajnella sayni.

Les Ammonites et les Foraminifères de l'Hauterivien inférieur ne permettant pas d'établir des subdivisions chronostratigraphiques suffisamment fines, on doit se contenter le plus souvent, pour situer ces deux horizons à silex, de corrélations purement géométriques. Séparés stratigraphiquement, les deux niveaux s'observent également en des aires de répartition légèrement différentes, bien que partiellement superposables.

- Le niveau inférieur se montre particulièrement développé dans le secteur nord de la feuille Serres et dans la bordure sud de la feuille Gap, tandis que son extension apparaît plus locale sur la feuille Nyons : à l'intérieur d'un périmètre défini par les localités de Teyssières, Valouse, Saint-Ferréol, Les Pilles et Châteauneuf-de-Bordette, et dans les environs de Remuzat. Cette aire de répartition est séparée de celle du niveau gréseux de la feuille Luc-en-Diois par une zone étroite, allant de Bruis-Montmorin à La Pierre, où l'Hauterivien ne montre pas d'horizon détritique. Il faut noter qu'ici encore l'apparition des bancs calcaréo-gréseux à silex est brusque vers le Nord tandis que leur disparition s'effectue progressivement vers le Sud.

- Le niveau supérieur ne s'observe pas sur la feuille Nyons. D'autre part, si la limite septentrionale de son aire de répartition coïncide à peu près avec celle du niveau inférieur sur les feuilles Serres et Gap, sa limite sud débord largement sur la partie méridionale de la feuille Serres, sur les secteurs nord et nord-est de la feuille Séderon et sur l'extrémité nord-ouest de la feuille Sisteron. Sur ces deux dernières feuilles ce niveau apparaît nettement mieux individualisé que sur la feuille Serres, où il s'amenuise en direction de l'Ouest et du Nord-Ouest.

Par sa position stratigraphique en des termes élevés de l'Hauterivien inférieur, le niveau supérieur apparaît bien distinct de la barre à silex que l'on peut observer sur la feuille Luc-en-Diois. Par contre la discrimination d'âge entre cette dernière et le niveau inférieur du bassin de Serres-Rosans se révèle beaucoup plus délicate.

Le hiatus existant entre les deux aires de répartition ne permet pas de corrélation directe sur le terrain. La lacune plus ou moins importante qui affecte les termes supérieurs du Valanginien sur la feuille Luc-en-Diois rend également aléatoire toute corrélation à distance fondée sur d'éventuelles analogies dans les séquences.

Enfin l'étude des faunes récoltées ne permet pas plus d'attribuer à ces niveaux un âge différent qu'identique, étant donné la marge d'imprécision dont il a déjà été fait mention. Il m'est donc impossible de discerner de manière décisive si dans ce cas précis il s'agit de l'extension du même phénomène ou bien si, comme je le présume, le niveau gréseux à silex du bassin de Rosans est légèrement plus récent.

3. Un dernier niveau d'accumulation de la silice, géographiquement très restreint d'ailleurs, se place à hauteur de la zone à Pseudothurmannia angulicostata et dans le Barrémien initial. On ne l'observe pratiquement que dans l'extrémité sud-est de la feuille Serres et, plus épisodiquement, dans le secteur nord-est de la feuille Séderon. Il ne s'agit pas vraiment d'une "barre", mais seulement de quelques bancs à silex dispersés au sein de la séquence calcaire; d'autre part ces accidents siliceux ne se situent pas ici dans un contexte détritique ou bioclastique.

L'étude des intercalations calcaréo-gréseuses de l'Hauterivien conduit à penser que des apports terrigènes relativement grossiers sont parvenus à deux reprises jusque dans la fosse vocontienne. Il est probable que ces apports résultaient de légères surélévations - suivies d'une reprise d'érosion - des lointains territoires bordant la mer hauterivienne.

3) ETUDE DE LA REPARTITION DES MICROFAUNES.

Si, comme nous avons pu le voir, l'Hauterivien vocontien présente dans l'ensemble une relative homogénéité de faciès et d'épaisseurs, cette constance et cette monotonie se sont répercutées sur la composition des microfaunes qu'il renferme. La plupart des formes héritées du Valanginien se perpétuent en effet sans changements notables jusqu'au sommet de l'étage,

et il ne vient s'y ajouter que de rares espèces, d'ailleurs médiocrement représentées et tout aussi peu significatives.

L'utilisation des Foraminifères à l'Hauterivien se révèle donc très décevante sur le plan biostratigraphique. Je vais cependant tenter de dégager quelques points essentiels de l'examen des répartitions.

Nous avons établi précédemment que la limite du Valanginien et de l'Hauterivien pouvait se définir micropaléontologiquement par la disparition de Lenticulina busnardoï n. sp. et l'apparition simultanée d'Haplophragmoides vocontianus n. sp.

On s'aperçoit ensuite que tout un groupe de formes, apparues déjà à divers niveaux du Valanginien, va franchir l'Hauterivien presque en entier. Ainsi Lenticulina ouachensis bartens-teini n. subsp., Gaudryinella eichenbergi n. sp., apparues au Valanginien supérieur, ainsi qu'Haplophragmoides vocontianus, né, comme je viens de le rappeler, à la limite des deux étages, ne s'éteignent, avec des décalages peu marqués, que 10 à 20 mètres au-dessus du niveau à Subsaynella sayni (PAQ.). Deux autres espèces également apparues au Valanginien supérieur, Dorothia zedlerae n. sp. et D. hauteriviana (MOULL.), ne disparaissent qu'à la limite de l'Hauterivien et du Barrémien.

Quelques rares formes naissent pourtant au sein de la série hauterivienne, mais il est impossible en fait de les utiliser pour une éventuelle zonation.

L'une d'entre elles, Dorothia ouachensis (SIG.), est certes assez abondamment, bien que sporadiquement, représentée, mais d'une part elle se poursuit jusqu'à l'Aptien inférieur et, d'autre part, son niveau d'apparition est curieusement inconstant d'une coupe à l'autre. A La Charce et dans les gorges d'Amayon, par exemple, on la trouve dès l'Hauterivien inférieur, peu avant Holcostephanus jeannoti (D'ORB.) et Leopoldia castellanensis (D'ORB.), tandis que dans la région d'Orpierre (observation vérifiée sur deux coupes distinctes) elle ne se montre qu'à partir de l'Hauterivien supérieur, nettement au-dessus de la zone à Subsaynella sayni, et qu'à Crupies elle se manifeste immédiatement au-dessus de cette zone, etc....

Il semble donc qu'à l'exception de l'Hauterivien basal, cette forme puisse être rencontrée en n'importe quel terme de l'étage, et ce de manière inconstante.

Deux autres espèces apparaissent également dans l'Hauterivien inférieur (et franchissent aussi très largement la limite de l'Hauterivien et du Barrémien) : Lenticulina ouachensis paucistriata nom. nov., Marginulina djaffaensis SIGAL; malheureusement il s'agit là de formes extrêmement rares, très irrégulièrement représentées, et il semble délicat de vouloir fonder sur elles une zonation efficace, qui puisse être retrouvée avec régularité.

Enfin, dans cet ordre d'idées, je n'ai jamais observé Meandrospira washitensis LOEBL. et TAPP. au-dessous de la zone à sayni, mais cette forme se révèle encore plus rare, s'il est possible, que les deux précédentes. De l'inventaire de nombreuses coupes effectuées en fosse vocontienne, je n'ai guère pu recueillir qu'une vingtaine d'exemplaires rapportés à cette espèce. Elle aussi, d'ailleurs, se perpétue jusqu'à l'Aptien inférieur.

Pour compléter cet inventaire, vraiment décevant, des seules microfaunes hauteriviennes pouvant présenter quelque intérêt stratigraphique, il faut signaler l'apparition de plu-

sièurs espèces plus significatives vers le sommet de l'étage. Ainsi Gavelinella sigmoicosta (DAM) apparaît légèrement en-dessous de la zone à Pseudothurmannia angulicostata, et nous pourrions voir qu'il s'agit d'une forme précieuse, puisqu'elle s'éteint à peu près à la limite supérieure du Barrémien inférieur. Globorotalites bartensteini BETT. surgit dans la zone même, très peu en-dessous de la limite des deux étages. Enfin cette dernière est très exactement jalonnée par l'apparition d'Hedbergella infracretacea (GLAESS.) et d'H. sigali n. sp.

4) CONCLUSIONS. (fig. 10)

Il découle nettement des recherches biostratigraphiques précédemment exposées, concernant aussi bien les Ammonites (§ 2) que les Foraminifères (ci-dessus), que s'il est relativement aisé de définir avec précision les limites inférieure et supérieure de l'Hauterivien, les possibilités de subdivision de l'étage se révèlent soit irrégulières, si l'on s'adresse à la macrofaune, soit très limitées dans l'ensemble si l'on se tourne vers les microfaunes.

Nous avons vu que des quatre sous-zones de PAQUIER, la première ne pouvait être valablement caractérisée par Acanthodiscus radiatus, introuvable en fosse vocontienne, ni correspondre à l'extension de la seule Leopoldia castellanensis, espèce qui ne semble pas débiter avec l'étage. Crioceratites duvali, fossile caractéristique de la seconde, a été fort justement invalidé en tant que tel par le récent Colloque sur le Crétacé inférieur. Enfin les deux dernières sous-zones se montrent bien individualisées, mais elles se réduisent en fait à deux minces niveaux fossilifères séparés par un hiatus important.

Il faut espérer que de nouvelles recherches plus intensives, actuellement en cours, pour l'établissement de parastratotypes du Crétacé inférieur dans les régions vocontiennes, permettront de remédier à toutes ces insuffisances.

Faute d'Acanthodiscus, le choix de l'apparition des Criocères comme repère de la limite inférieure de l'Hauterivien, auquel j'ai dû me résoudre, me paraît être un palliatif assez satisfaisant, bien que d'une manière générale on n'obtienne jamais de résultats très constants au point de vue chronostratigraphique avec ces formes déroulées.

Une espèce comme Crioceratites nolani (KIL.) se recueille dans l'Hauterivien entier. C. duvali (LEV.) semble avoir une extension plus restreinte, apparaissant normalement un peu plus tard et disparaissant plus tôt; mais s'il ne m'a effectivement jamais été donné de rencontrer cette espèce dans l'Hauterivien sommital, j'ai pu constater en revanche un certain flottement dans son niveau d'apparition. Dans plusieurs coupes je l'ai bien vu surgir nettement après C. nolani (65 mètres au-dessus à La Charce, 40 à Chabrières, parfois plus encore, mais dans ce cas cela peut être dû à la fréquence locale des récoltes), mais il m'est également arrivé de recueillir simultanément les deux espèces dès la base de l'Hauterivien (exemple : coupe d'Aubres).

PAQUIER (1900, p. 501-502) écrivait déjà à ce sujet : "Crioceras Duvali est donc un fossile caractéristique précieux à cause de son extension verticale, bien que sa présence soit

assez étroitement liée au faciès exclusivement vaseux. En effet, dans le Diois où l'Hauterivien est totalement représenté de la sorte, Crioceras Duvali abonde dès la base (...), mais il suffit d'aller à Marignac (...) pour voir que Crioceras Duvali fait son apparition dans les calcaires vaseux qui viennent en-dessus de la sous-zone inférieure à H. castellanensis, Holcostephanus cf. perinflatus et Schloenbachia cultrata, cela tient à ce que l'on se rapproche du Vercors où l'Hauterivien inférieur a le faciès jurassien".

Si mes recherches confirment l'irrégularité de répartition de C. duvali reconnue par PAQUIER, elles montrent en revanche que cette irrégularité n'est pas liée au faciès comme le pensait cet auteur. Nous venons de voir en effet que, dans diverses coupes relevées en faciès vaseux, C. duvali apparaissait tantôt dès la base de l'Hauterivien, tantôt nettement au-dessus de C. nolani.

Je propose de définir provisoirement à la base de l'Hauterivien vocontien une zone à Lyticoceras et Criocères (C. nolani, avec ou sans C. duvali), distincte de la zone terminale du Valanginien à Lyticoceras sans Criocères.

Les niveaux sus-jacents, à Leopoldia castellanensis, Holcostephanus jeannoti, Spitidiscus, sont plus ou moins bien caractérisés, car la première des formes citées n'est pas assez fréquente en faciès vocontien pour que je puisse définitivement tirer des conclusions d'ordre zonal de sa récolte en des niveaux relativement élevés de l'Hauterivien inférieur.

Si cette localisation stratigraphique, en faciès vaseux, se voyait solidement confirmée par des études ultérieures, on pourrait alors peut-être justifier la présence - surprenante à première vue - de cette espèce dans les niveaux glauconieux marginaux (Vercors, Sud des Basses-Alpes, etc...), en compagnie d'Acanthodiscus radiatus et d'autres formes de l'Hauterivien basal, par l'existence de phénomènes de condensation sédimentaire importants. D'autre part, si les Spitidiscus (S. intermedius, S. incertus) sont assez fréquents dans les mêmes horizons, ils possèdent cependant une répartition effective bien plus large.

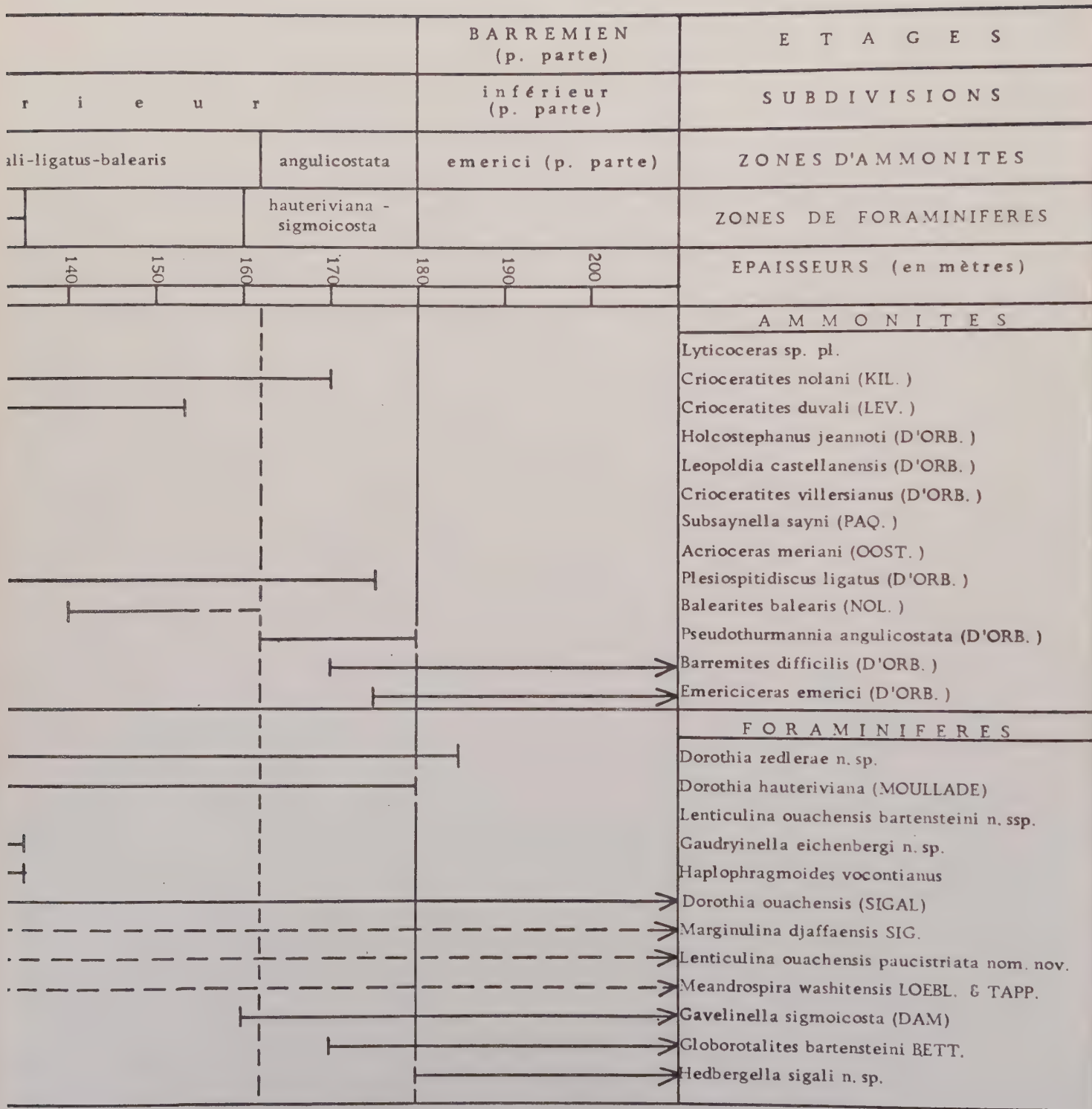
Une zone médio-supérieure de l'Hauterivien, où l'on recueille souvent Crioceratites villersianus, Acrioceras meriani, avec en son sein un niveau plus précis à Subsaynella sayni, me paraît plus solidement établie. Cette zone basale de l'Hauterivien supérieur, même ainsi élargie par rapport au schéma de PAQUIER, se montre encore séparée de la zone à Pseudothurmannia angulicostata par un "no man's land" d'une quarantaine de mètres, que je définirai par l'association de Crioceratites duvali, Balearites balearis, Plesiospitidiscus ligatus.

Une zonation satisfaisante apparaît plus malaisée à établir à l'aide des Foraminifères. On peut seulement affirmer qu'Haplophragmoides vocontianus n. sp. caractérise l'Hauterivien inférieur et la moitié inférieure de l'Hauterivien supérieur. Cette espèce se révélant parfois assez rare, il vaut d'ailleurs mieux prendre en considération son association avec Lenticulina ouachensis bartensteini n. ssp. et Gaudryinella eichenbergi n. sp., les trois formes s'éteignant en effet toutes à peu près avec le sommet de la zone à sayni s.l.

D'autre part l'association de l'une quelconque des trois espèces précédentes et de Dorothyia ouachensis, Marginulina djaffaensis, Lenticulina ouachensis paucistriata caractérise un ensemble comprenant à peu près la partie supérieure de l'Hauterivien inférieur et la partie inférieure de l'Hauterivien supérieur; la base de l'Hauterivien ne peut être définie micropaléontologiquement de manière positive.

Enfin l'association de Dorothia zedlerae ou de D. hauteriviana avec Gavelinella sigmoicosta correspond à peu près exactement à la zone à Pseudothurmannia angulicostata.

Nous voyons donc que si grâce aux Ammonites il est permis d'envisager, en particulier à la suite de nouvelles recherches très approfondies, une zonation plus précise et plus fine de l'Hauterivien, les Foraminifères ne constituent pas un outil très efficace pour l'établissement d'une chronostratigraphie détaillée. Ce phénomène pourrait être imputé à la constance des conditions de milieu durant cette période; il ne faut pas non plus oublier que durant le Néocomien ne peuvent être prises en considération, quelles que soient les conditions bathymétriques, que des espèces benthiques : les Foraminifères pélagiques, meilleurs "marqueurs", ne font historiquement une apparition franche qu'avec le Barrémien.



minifères de l'Hauterivien vocontien.

Chapitre III

LE BARREMIEN ET L'APTIEN INFÉRIEUR

PREAMBULE.

Je n'ai pas cru devoir dissocier en ses deux composantes chronologiques, pour l'exposé et pour l'étude, l'importante masse de sédiments à prédominance calcaire qui s'interpose, en fosse vocontienne, entre les marno-calcaires et les calcaires marneux de l'Hauterivien et la puissante formation albo-aptienne dite des "marnes bleues". Il s'agit en effet d'un ensemble nettement individualisé, dans lequel la discrimination des deux étages se révèle tellement malaisée que j'ai jugé préférable de grouper en un même chapitre, outre la question de la limite entre le Barrémien et l'Aptien, la totalité des problèmes posés par le brusque changement de faciès survenant au sein de ce dernier étage.

1) ETAT DES CONNAISSANCES.

C'est en 1847 qu'A. D'ORBIGNY créa le terme et le concept d'Urgonien pour une subdivision supérieure de l'étage néocomien. Il résulte des propres termes de sa définition et de la répartition géographique indiquée que le nouveau sous-étage pouvait se présenter aussi bien sous un faciès vaseux à Céphalopodes que sous un faciès subrécifal à Rudistes. Cependant l'auteur choisit malencontreusement le type de l'Urgonien dans une région où le faciès à Rudistes apparaît particulièrement spectaculaire. Mal interprété par les successeurs de D'ORBIGNY, ce choix sera responsable de la dénaturation ultérieure du sens accordé au terme d'Urgonien.

On peut très aisément obtenir une nette confirmation des intentions de D'ORBIGNY en consultant attentivement la liste des faunes d'Ammonites qu'il attribue respectivement au

Néocomien supérieur, ou Urgonien, et à l'Aptien (in Prodrome, vol. 2, 1850).

La présence dans la liste concernant l'Urgonien, entre autres formes moins significatives, d'espèces telles qu'Ammonites ligatus, A. intermedius, A. recticostatus, A. difficilis, A. compressissimus, A. Castellensis, A. angulicostatus, A. Feraudianus, A. Caillaudianus, A. Seranonis, Scaphites Yvanii, Ancyloceras Emerici, Toxoceras Moutonianus, Hamulina subcylindrica, et la citation pour ces Ammonites de gisements tels que La Charse (sic), Barrême, Anglès (sic), Vergons, Le Cheiron, etc...., montrent clairement que D'ORBIGNY concevait aussi l'Urgonien comme un étage qui pouvait se présenter sous un faciès vaseux à Céphalopodes.

De plus il entendait par Urgonien à peu près l'équivalent du Barrémien et de l'Haute-rivien supérieur tels que nous les entendons de nos jours; la citation, parmi les espèces hauteriviennes, de quelques formes de la partie inférieure de l'étage devait probablement être due à des erreurs de détermination, ou plutôt à des insuffisances de repérage, compréhensibles à une époque où l'on ne travaillait pas avec la même précision qu'aujourd'hui.

Dans les listes fournies pour l'Aptien on remarque, outre la totalité des formes de notre Gargasien actuel, des espèces telles qu'Ammonites Stobieckii, A. Matheroni, Scaphites Bowerbanksii (sic), Ancyloceras Matheronianus, etc...., avec, entre autres gisements, La Bédoule, Anglès, Vergons, Barrême, l'Ile de Wight. On peut ainsi constater que D'ORBIGNY englobait dans l'Aptien la faune du Bédoulien et l'on possède par là-même de précieuses indications sur la limite supérieure qu'il attribuait à son Urgonien sous le faciès vaseux à Céphalopodes.

COQUAND (1862) fut le premier à tomber officiellement dans le piège créé par le choix de la région d'Orgon comme type de l'étage. En fait son erreur fut surtout de penser que l'Urgonien à Rudistes devait se superposer stratigraphiquement à l'Urgonien à Céphalopodes, au lieu de lui correspondre, et qu'il était donc nécessaire de créer pour ce dernier un terme nouveau (= Barrémien).

L'on voit que si l'intuition de D'ORBIGNY (parallélisme d'âge entre deux faciès différents) avait été mieux comprise et respectée par ses contemporains et successeurs immédiats, si l'attention de ceux-ci ne s'était pas en outre cristallisée sur un stratotype trop particulier, le terme de Barrémien n'eût jamais dû avoir droit de cité : il définissait un concept pour lequel un terme existait déjà.

Les polémiques et les discussions nées de cette confusion étaient donc en réalité sans objet; il est vraiment très regrettable que KILIAN ait voulu imposer par la suite, de toute son autorité, un point de vue qui reposait en fait sur une erreur d'interprétation. L'Urgonien étant ainsi ridiculement et arbitrairement restreint à la seule acception de formation calcaire subrécifale à Rudistes, KILIAN put aisément faire s'accréditer l'idée que, ne recouvrant qu'un faciès particulier, réalisé à des âges divers selon les régions et chevauchant en particulier plus ou moins l'Aptien (1), ce terme ne pouvait être utilisé valablement avec un sens chronostratigraphique.

(1) En réalité, comme nous le verrons plus loin (troisième partie), les parallélismes reconnus par KILIAN et son école, fondements de ses critiques, peuvent eux-mêmes être parfois remis en question, à la lumière d'études et de découvertes récentes.

Il paraît certes peu souhaitable à l'heure actuelle, par une reconnaissance tardive de la priorité de la définition de D'ORBIGNY, d'employer préférentiellement le terme d'Urgonien pour désigner l'étage et de rejeter celui de Barrémien. Trop d'erreurs et de discordes naîtraient de cette entorse à nos habitudes. Ainsi que le cas s'est déjà présenté en nomenclature paléontologique (Nummulites pour Camerina, Globigerinidae pour Orbulinidae), il vaut mieux opter pour une suspension des règles, en faveur de ce que l'usage a établi.

Pour cela une instance telle que le Colloque sur le Crétacé inférieur (1963) aurait peut-être dû justifier définitivement et explicitement la décision qu'elle a implicitement admise; il est écrit en effet, dans les conclusions stratigraphiques générales, qu'un stratotype vient d'être précisé pour le Barrémien, subdivisé en deux zones paléontologiques, et que le mot urgonien, simple épithète, doit seulement désigner un type de faciès particulier.

Mais rien ne vient expliquer pourquoi on s'est rallié à cette solution plutôt qu'à celle consistant à redonner à l'Urgonien son acception originelle; la coupe d'Angles étudiée par R. BUSNARDO n'aurait alors que la valeur d'un parastratotype, le stratotype choisi par D'ORBIGNY ne caractérisant pas valablement l'étage en fonction des normes requises de nos jours. Il est à souhaiter qu'à l'occasion d'un futur Colloque international concernant le Crétacé, une décision mieux étayée vienne suppléer à cette carence.

La limite inférieure du Barrémien, au sens de KILIAN et de son école, est constituée par le toit de la zone à Pseudothurmannia angulicostata, de l'Hauterivien terminal. Nous avons vu que d'après les faunes citées, l'Urgonien (sensu D'ORBIGNY) tout comme le Barrémien (défini paléontologiquement par COQUAND d'après les listes de Céphalopodes de l'Urgonien de D'ORBIGNY) englobait originellement à sa base l'Hauterivien supérieur tel qu'on l'entend de nos jours, soit la partie supérieure de l'Hauterivien tel que le conçut son auteur (RENEVIER, 1873).

Nous envisagerons le problème de la limite supérieure du Barrémien un peu plus loin, en traitant de l'Aptien inférieur, nous limitant pour le moment à l'historique des subdivisions paléontologiques adoptées pour cet étage.

Le premier découpage du Barrémien est dû à KILIAN (1889, 1896) et résulte des minutieuses recherches effectuées par cet auteur dans la région de la Montagne de Lure :

a. Niveau à <u>Holcodiscus Caillaudi</u> , <u>Crioceras Emerici</u> ("niveau de Combe Petite").
b. Niveau à <u>Heteroceras Tardieu</u> , <u>Silesites Seranonis</u> et <u>Macroscaphites Yvani</u> ("niveau de Morteiron").
c. Calcaire à silex et <u>Costidiscus recticostatus</u> .

En 1898, P. LORY définit deux zones dans le Barrémien de faciès vaseux à Céphalopodes :

- Zone à <u>Crioceras Emerici</u> , <u>Holcodiscus Alcoyensis</u> , <u>Pulchellia</u> , etc.... Marno-calcaires du Barrémien inférieur.
- Zone à <u>Silesites Seranonis</u> . Marno-calcaires du Barrémien supérieur, très rarement et peu fossilifères.

Etudiant plus particulièrement les régions vocontiennes du Diois et des Baronnies, PAQUIER (1900) aboutit pour sa part aux conclusions suivantes :

Zone inférieure	Calcaires marneux à <u>Crioceras Emerici</u> et <u>Pulchellia compressissima</u> , accompagnés parfois d'un niveau marno-pyriteux à <u>Pulchellia</u> et <u>Holcodiscus</u>
Zone supérieure	Calcaires bleuâtres à <u>Macroscaphites Yvani</u> et <u>Heteroceras</u> et, surtout dans le Diois, marnes à moules pyriteux de Céphalopodes au sommet.

Dans la synthèse, valable pour le Sud-Est de la France, qu'il tire de ses propres travaux et de ceux de ses collaborateurs, KILIAN (*in* Lethaea geogn., 1907) conserve la subdivision du Barrémien en deux zones paléontologiques, tout en modifiant quelque peu les fossiles-guides ;

Barrémien inférieur	zone à <u>Crioceras Emerici</u> et <u>Pulchellia compressissima</u>
Barrémien supérieur	zone à <u>Heteroceras Astierianum</u>

La dernière contribution importante consacrée au Barrémien est l'oeuvre de R. BUSNARDO (1963) qui, à l'occasion du Colloque de Stratigraphie sur le Crétacé inférieur, a livré les premiers résultats de longues recherches dans la région de Barrême, en vue de définir et d'étudier un stratotype pour le Barrémien, en faciès vaseux à Céphalopodes. Etant donné le caractère local de son étude, l'auteur s'est très justement refusé à en extraire dès maintenant un schéma de zonation de valeur universelle. Provisoirement ont été retenus un ensemble de niveaux successifs, caractérisés quand cela était possible par une espèce-guide :

Barrémien inférieur (caractérisé par Nicklesia pulchella) (1)

(1) Bien que cette espèce ne soit pratiquement pas représentée dans le stratotype - une seule Nicklesia, indéterminable spécifiquement, y a été récoltée - l'auteur décide de la conserver provisoirement comme forme-guide du Barrémien inférieur dans la région de Barrême.

- niveau à Holcodiscus kiliani,
- niveau à Pulchellia compressissima,
- niveau non caractérisé.

Barrémien supérieur (caractérisé dans son ensemble par Silesites seranonis)

- niveau non caractérisé,
- niveau à Hemihoplites feraudi,
- niveau à Heteroceras astieri,
- niveau à Leptoceras puzosianum,
- niveau non caractérisé.

A la suite de la révision de R. BUSNARDO, et compte-tenu également des travaux des anciens auteurs, les rédacteurs des conclusions stratigraphiques générales du Colloque sur le Crétacé inférieur optent pour une subdivision du Barrémien en deux zones paléontologiques nettement caractérisées :

Barrémien inférieur	zone à <u>Nicklesia pulchella</u>
Barrémien supérieur	zone à <u>Silesites seranonis</u>

J'envisagerai maintenant les problèmes posés par les relations entre le Barrémien et l'Aptien. Ainsi que je l'ai indiqué dans une précédente étude (Révision des stratotypes de l'Aptien, in Colloque Crétacé inférieur, 1963), D'ORBIGNY (1840), en choisissant le type de l'Aptien dans les environs d'Apt, dénommait en fait régionalement sous ce terme à peu près uniquement l'équivalent des "argiles à Plicatules", soit notre Aptien supérieur actuel. Mais étant donné qu'en 1850 il inclut, dans les listes paléontologiques fournies pour cet étage, les représentants de la faune de notre Aptien inférieur et, dans les gisements, la localité de La Bédoule, il est bien évident que sa conception paléontologique de l'Aptien conduit à y intégrer, outre les marnes de Gargas, les calcaires marneux de la partie inférieure de l'étage.

La dernière objection que pourraient émettre les partisans d'une acception réduite de l'Aptien ne peut d'ailleurs que tomber à la suite des études de LEENHARDT (1883) (confirmées par GOGUEL (1932, 1944) et par mes propres travaux (1963)); elles démontrent ce que D'ORBIGNY avait peut-être pressenti par la seule étude des faunes recueillies, à savoir que l'équivalent, au moins partiel, des terrains de l'Aptien inférieur était représenté dans les environs et dans la coupe-type de Gargas.

Malheureusement, et il s'agit là d'un problème que KILIAN et son école semblent avoir toujours éludé, d'une part à Gargas aussi bien qu'à La Bédoule les sédiments à Céphalopodes d'âge aptien reposent sur de l'Urgonien (s.s.) non encore daté de manière convaincante à ce jour. D'autre part dans les régions telles que la fosse vocontienne, la Montagne de Lure, etc...., où la séquence barrémo-aptienne semble se présenter plus favorablement, c'est-à-dire sous un faciès continûment vaseux, il se révèle toujours une importante zone de transition à peu près totalement dépourvue de fossiles significatifs, entre les derniers termes qui soient

datés avec certitude comme barrémiens et les quelques mètres terminaux de la séquence calcaire où se recueillent seulement des fossiles bédouliens indiscutables.

En effet l'on constate que PAQUIER, par exemple, fait arbitrairement se terminer le Barrémien vocontien par un niveau mameux à Heteroceras pyriteux, qu'il voit immédiatement surmonté par des calcaires à Hoplites Deshayesi, Exogyra aquila et Ancyloceras Matheroni.

De la même façon KILIAN (Lethaea, 1907), récapitulant ses propres observations et celles de ses contemporains sur le Mont Ventoux, la Montagne de Lure et la fosse vocontienne, indique le recouvrement direct de la zone à Heteroceras Astieri par la zone initiale de l'Aptien inférieur (zone à Parahoplites Weissi et Douvilleiceras Albrechti-austriacae). Or comme nous pourrions le voir plus loin, dans le Diois et les Baronnies une telle superposition immédiate ne s'observe jamais.

De même, dans la région de Barrême, il ressort des travaux de R. BUSNARDO qu'il existe un hiatus de près de 20 mètres (soit une valeur importante, pour une série localement assez peu dilatée où l'ensemble barrémo-bédoulien mesure 100 mètres) entre les marnes à Heteroceras astieri et les niveaux (d'ailleurs fort peu épais) où apparaissent et persistent les premiers fossiles bédouliens (Parahoplites consobrinus, Ancyloceras matheroni, Chelonicerias, Deshayesites, ...). L'auteur propose la zonation provisoire, et locale, suivante :

Barrémien supérieur	<u>Silesites seranonis</u>	- ?
		- <u>Hemihoplites feraudi</u>
		- <u>Heteroceras astieri</u>
		- <u>Leptoceras puzosianum</u>
		- ?
Bédoulien	<u>Deshayesites</u>	- <u>Puzosia matheroni</u> seule
		- <u>Chelonicerias</u> , <u>Prochelonicerias</u> , <u>Puzosia matheroni</u>

La limite du Barrémien et de l'Aptien est ainsi fixée avec l'apparition de Puzosia matheroni; il s'agit d'un choix arbitraire, comme le reconnaît l'auteur, fondé uniquement sur le fait que "ce fossile est habituellement cité dans le Bédoulien". A Angles aucun fossile classique du Bédoulien n'accompagne cette forme dans le niveau où elle apparaît. De toute manière il subsiste localement encore une certaine lacune entre l'extinction de Silesites seranonis, forme-guide du Barrémien supérieur, et l'apparition de P. matheroni. En dehors de cette dernière espèce, les termes de passage entre les deux étages ne contiennent que de rares formes peu significatives (Costidiscus recticostatus, Macroscaphites yvani), héritées du Barrémien supérieur, qui se perpétuent jusqu'à l'Aptien inférieur franc.

Les travaux de FABRE-TAXY, THOMEL, MOULLADE (1963) ont montré qu'à La Bédoule, région cependant privilégiée pour le développement et la richesse des faunes de l'Aptien inférieur, il n'était pas possible de reconnaître une subdivision du Bédoulien en deux zones paléontologiques (KILIAN, ROCH), car les fossiles-guides des deux zones possèdent la même répartition tout au long de la coupe-type. La limite inférieure de l'étage ne pouvait d'autre part absolument pas être déterminée localement, à cause du substratum urgonien non daté.

Par contre, tout comme à Gargas (MOULLADE, 1963) la limite entre l'Aptien inférieur et l'Aptien supérieur pouvait être définie avec une remarquable précision, par suite de la superposition quasi-immédiate des derniers bancs à faune bédoulienne et des couches renfermant la faune de la zone initiale du Gargasien (zone à Aconeceras nisum).

En partie fondées sur les travaux d'inventaire des stratotypes, sans que soit cependant résolu le problème des rapports entre le Barrémien et l'Aptien (incertitudes de la limite), les conclusions générales du Colloque de 1963, à la suite des deux zones paléontologiques du Barrémien citées ci-dessus, comportent pour l'Aptien inférieur (Bédoulien) une seule zone paléontologique, caractérisée par Deshayesites deshayesi.

Il apparaît donc déjà, à la seule lumière des données qu'apporte ce rappel historique, que le Sud-Est de la France ne constitue pas la région-clef pour tenter d'élucider le problème de la limite du Barrémien et de l'Aptien à l'aide des macrofaunes.

Dans cette optique les régions d'Angleterre étudiées autrefois par SPATH et, plus récemment, avec des méthodes de récolte des fossiles beaucoup plus rigoureuses, par CASEY (1961), se révèlent comme un terrain d'investigation a priori plus favorable. En effet la formation du Lower Greensand comporte à sa base, immédiatement sous la zone à Deshayesites deshayesi (qui, en fonction de l'ensemble des données envisagées pour la corrélation, paraît être l'équivalent de la partie inférieure du Bédoulien de La Bédoule), deux autres zones paléontologiques encore attribuées à l'Aptien.

Elles correspondent, en volume, à l'île de Wight par exemple, à une quarantaine de mètres de sédiments, sur les 80 mètres qui représentent l'Aptien inférieur. La plus élevée de ces deux zones est caractérisée par des espèces du genre Deshayesites inconnues en France, et la zone basale par des espèces du genre Prodeshayesites, espèces et genre également non représentés dans le Sud-Est. CASEY se fonde ainsi sur l'apparition des membres de la famille des Deshayesitidae pour fixer paléontologiquement la limite inférieure de l'Aptien.

Cet exemple montre qu'il est raisonnable de penser qu'une certaine partie des terrains azoïques sous-jacents aux niveaux fossilifères bédouliens du Sud-Est de la France (sans doute représentés par une fraction de la séquence urgonienne à La Bédoule et à Gargas) doivent être déjà d'affinité aptienne. Mais il n'apporte aucune donnée décisive au sujet de la limite que nous cherchons à préciser.

En effet, en Angleterre, l'Aptien ainsi défini, débutant toujours avec la formation marine du Lower Greensand, repose par l'intermédiaire d'une lacune d'érosion plus ou moins importante sur des formations continentales (Wealden Beds), sans qu'en aucun point la séquence marine se complète par sa base. CASEY développe bien un certain nombre de considérations selon lesquelles par endroits le sommet des Wealden Beds pourrait déjà appartenir au

Barrémien supérieur; mais de toute manière, vu la nature de l'histoire sédimentaire locale, on ne pourra jamais posséder la certitude qu'en ces régions la reprise de la sédimentation marine coïncide avec le début des couches aptiennes, puisque l'on ne saura jamais rien de ce qu'auraient pu être les formations sous-jacentes en faciès marin.

Pour le Valanginien et l'Hauterivien, l'état des connaissances nous avait montré que malgré quelques faibles lacunes et incertitudes, le cadre stratigraphique classique se révélait assez satisfaisant, permettant d'intégrer avec une précision acceptable les résultats de recherches chronostratigraphiques fondées sur d'autres groupes zoologiques que les Ammonites. Nous venons de voir qu'en ce qui concerne le Barrémien et l'Aptien inférieur subsistaient quelques sérieux problèmes, demandant de nouvelles études importantes. A la lumière de cet exposé, le lecteur comprendra mieux pourquoi j'ai été obligé de grouper ces deux termes dans mon étude.

2) OBSERVATIONS PERSONNELLES.

La relative homogénéité des faciès du Valanginien et de l'Hauterivien vocontiens m'avait permis d'exposer le détail de la succession lithologique propre à chacun de ces étages au moyen d'une ou deux coupes particulièrement représentatives, choisies en un secteur central de la fosse.

En ce qui concerne le Barrémien et l'Aptien inférieur, l'importance et la complexité des variations de faciès justifient qu'elles soient analysées dans la troisième partie de cet ouvrage, à l'aide des méthodes d'investigation micropaléontologique. Cependant, sans qu'il soit dans mon intention d'entreprendre dès maintenant cette étude, la diversité introduite par une histoire sédimentaire et une paléogéographie désormais plus tourmentées, ainsi qu'une nette raréfaction des Ammonites, m'obligent déjà à décrire ici-même un plus grand nombre de coupes.

Ainsi que l'avait fait PAQUIER, je distinguerai dans cette formation un faciès pélagique (ou "vaseux") et un faciès zoogène, ce dernier témoignant d'influences néritiques sous forme d'apports bioclastiques. A l'étude de deux profils choisis en faciès vaseux (Angles et Sisteron), j'ajouterais la description des coupes de Montclus et de La Charce, où ces influences commencent à se faire sentir (présence de formes néritiques parmi les microfaunes), sans que les conditions de milieu soient défavorables au point que disparaisse toute macrofaune significative sur le plan chronostratigraphique. Il est en effet très important de pouvoir étalonner les microfaunes néritiques en des séries encore assez riches en Ammonites, car dans les régions à faciès zoogène franc elles constitueront le seul élément faunistique utilisable pour les datations et les corrélations.

I - Coupes d'Angles (Basses-Alpes) (fig. 11)

Bien qu'elle se situe quelque peu en dehors de mon secteur direct d'étude, limité en principe à l'Est par les vallées du Buech et de la Durance, je voudrais tout d'abord rappeler les caractéristiques de la coupe de la route d'Angles, récemment étudiée en détail par R. BUSNARDO et que j'ai moi-même eu l'occasion d'observer par la suite.

En effet ce profil, malgré une lacune d'observation à la limite de l'Hauterivien et du Barrémien et des lacunes dans la répartition des Ammonites au niveau de la partie moyenne du Barrémien et du passage barrémo-aptien, se révèle comme le plus représentatif parmi les diverses coupes possibles en faciès vaseux. C'est également le plus fossilifère et celui qui est le moins troublé par les accidents et glissements synsédimentaires, si fréquents et si intenses plus au Nord-Ouest.

Pour mon exposé je conserverai les numéros des unités lithologiques distinguées par R. BUSNARDO, en les groupant parfois lorsqu'elles ne constituent en réalité que des fractions peu différenciées dans un ensemble homogène.

3) Séquence à nette prédominance calcaire (surtout dans sa partie supérieure), épaisse d'une dizaine de mètres (= Hauterivien terminal p. parte maxima). A sa base on recueille Crioceratites nolani (KIL.), C. binelli (AST.) et, vers le sommet, Raspailiceras cassida (RASP.), Pseudothurmannia angulicostata (D'ORB.), Emericiceras sp. Dans l'ensemble de la formation se récolte Plesiospitidiscus rebouli (KIL.).

Ensuite survient une lacune d'observation, inférieure à une dizaine de mètres.

4-5) Sur un peu plus de vingt mètres, alternance régulière de bancs calcaréo-marneux et de lits marno-calcaires, les premiers dominant un peu plus nettement en importance dans le niveau 5 que dans le niveau 4. Il s'agit cependant d'un ensemble assez "tendre" à en juger par son allure générale dans la morphologie.

La faune en est nettement barrémienne; citons : Anahamulina subcylindrica (D'ORB.), Spitidiscus hugii (OOST.), Barremites difficilis (KAR.), B. vocontium (SAYN et LORY), B. cassidoides (UHL.), Emericiceras emerci (D'ORB.) et surtout Holcodiscus kiliani PAQ. (avec une répartition limitée au sommet du niveau 4 et à la partie inférieure du niveau 5), Pulchellia compressissima (D'ORB.) (qui apparaît dans la partie supérieure du niveau 5).

6-7) Pour ces deux unités (15 mètres d'épaisseur totale) les intercalations marno-calcaires, bien qu'encore régulièrement représentées, sont souvent peu épaisses; par contre les bancs calcaréo-marneux apparaissent prédominants, leur puissance allant parfois jusqu'à 0,80 m. Seul le niveau 6 s'est révélé fossilifère (Barremites vocontium, B. difficilis et surtout, confinées à sa partie inférieure, Nicklesia sp., Pulchellia compressissima).

8-11) Ensemble encore plus nettement calcaire, formant une barre relativement compacte (20 mètres), avec des bancs parfois très épais (un mètre et plus). Les intercalations marno-calcaires sont très rares et peu épaisses.

Le niveau 8 s'est révélé azoïque, le niveau 9 et la base du niveau 10 n'étant pour leur part que médiocrement fossilifères (Barremites difficilis, B. cassidoides). Par contre le sommet du n° 10 ainsi que le n° 11 recèlent une faune plus riche avec, à côté de formes banales (B. difficilis, Lytoceras phestum (MATH.)), nombre d'éléments plus caractéristiques du Barrémien supérieur : Silesites seranonis (D'ORB.), Barremites strettostoma (UHL.), Costidiscus recticostatus (D'ORB.); dans la partie médiane du niveau 11 il existe en outre un horizon restreint très riche en Hemihoplites (H. feraudi (D'ORB.), H. soulieri (MATH.), etc...).

- 12) Passée plus mameuse (5 à 6 mètres), donnant une vire assez nette dans la morphologie. Sa base a fourni : Heteroceras astieri (D'ORB.) (à l'état de moules pyriteux lorsqu'il a été récolté dans les lits marmo-calcaires), Barremites strettostoma. Dans le niveau entier il a été recueilli : Costidiscus recticostatus, Macroscaphites yvani PUZ. Enfin au sommet se montre confiné Leptoceras puzosi (D'ORB.).
- 13-14) Séquence d'une dizaine de mètres, marquée par l'alternance de bancs calcaréo-marneux assez épais et de lits plus marneux, plus minces. A l'exception de Costidiscus recticostatus, aucune faune n'a été recueillie dans ces deux formations.
- 15) Barre assez compacte (5 mètres environ), constituée de bancs calcaires généralement épais, avec rares et minces joints plus mameux. Faune peu significative : Puzosia matheroni (D'ORB.), qui apparaît dès la base, Costidiscus recticostatus.
- 16) Séquence toujours assez calcaire, quoique les bancs soient souvent moins épais que précédemment et les interlits marneux légèrement mieux développés; épaisseur : 8 à 10 mètres. Faune recueillie : Macroscaphites yvani (à la base seulement), Puzosia matheroni, Lytoceras phestum, Costidiscus recticostatus, Ancyloceras matheroni D'ORB., Parahoplites consobrinus (D'ORB.), Cheloniceras martini (D'ORB.), Deshayesites deshayesi (LEYM.).

Le contact direct du niveau 16 avec les termes sus-jacents (17 : puissante formation intégralement mameuse) n'a pu être observé dans la coupe de la route d'Angles proprement dite, mais l'a été dans plusieurs ravins situés quelques centaines de mètres plus à l'Ouest.

Dans l'un d'eux, le dernier banc de calcaire mameux schistoïde, formant le toit de l'équivalent de la formation 16 et sous-jacent aux marnes gargasiennes, a livré : Lytoceras phestum, Costidiscus recticostatus, Ancyloceras matheroni, Puzosia matheroni, Cheloniceras sp. Dans la "Combe Lambert", le passage de la formation calcaire à la formation mameuse est le suivant (d'après R. BUSNARDO) :

- " - dernier banc du calcaire bédoulien..., à surface irrégulière; parfois quelques placages ferrugineux évoquant un hardground.
- premières marnes bleu sombre (0,50 m).
- calcaire mameux schistoïde gris-bleu (0,25 m).
- marnes fines gris-bleu (2 mètres).
- calcaire marneux schistoïde grisâtre. Quelques rares Ammonites écrasées : Puzosia mathe-

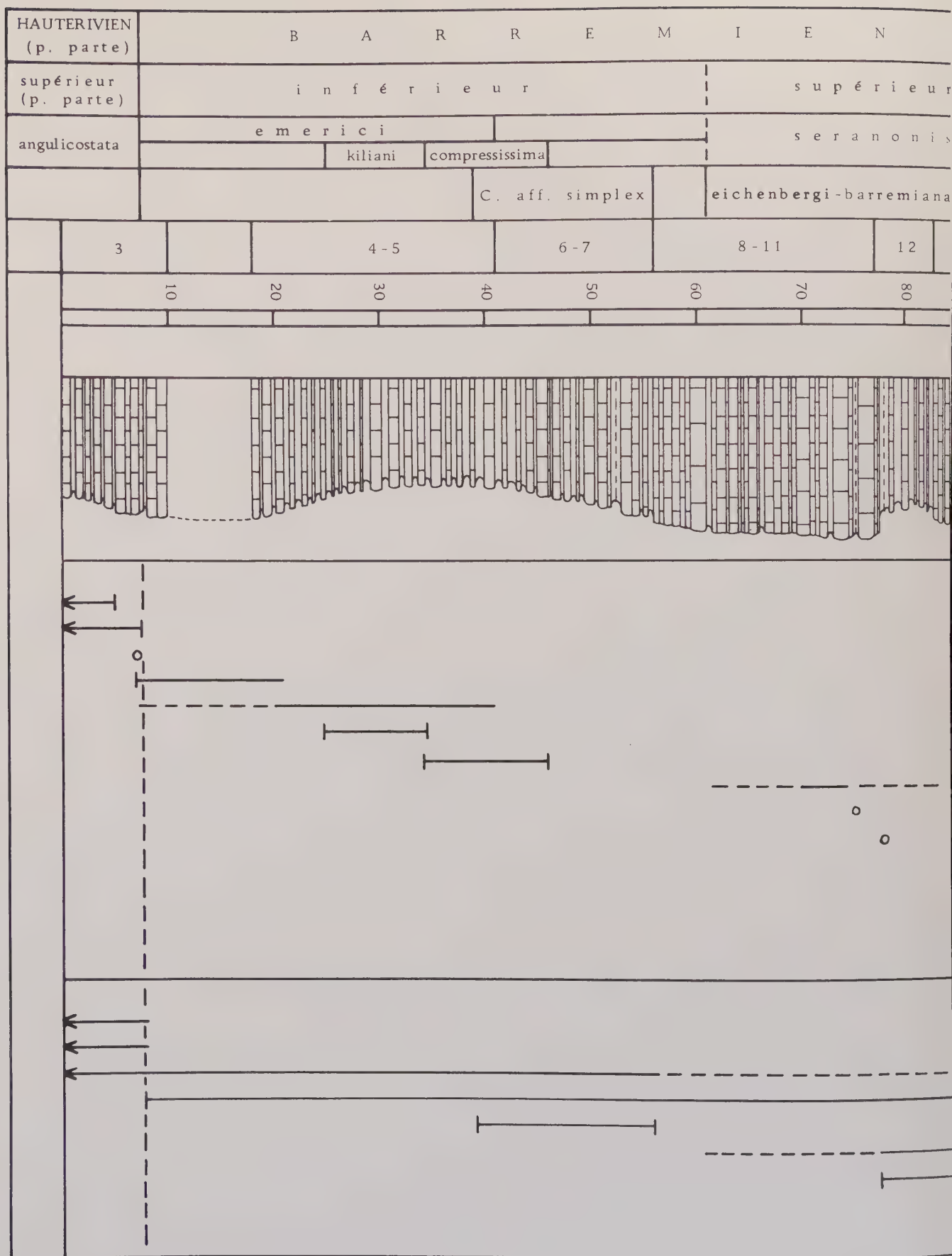
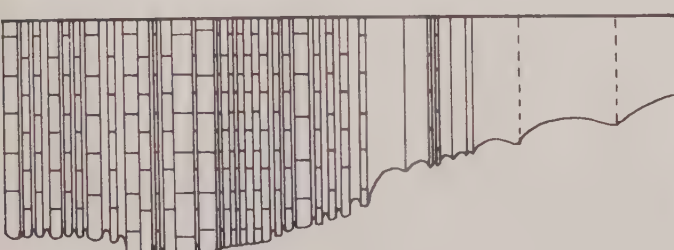
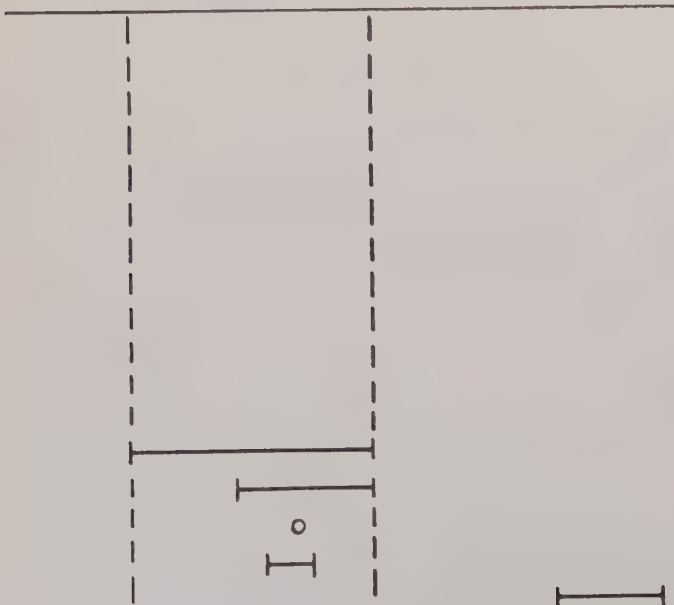
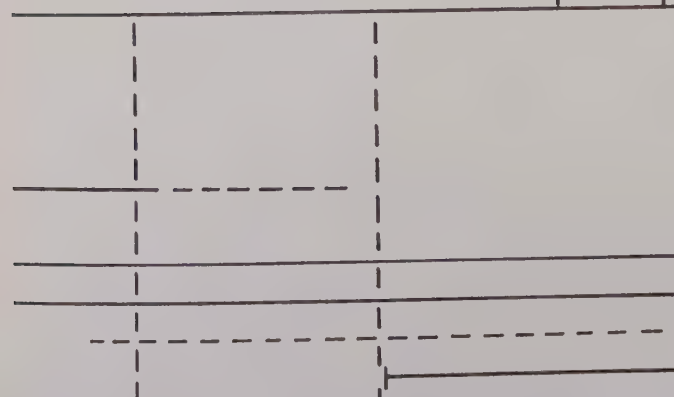


Fig. 11 - Coupe du Barrémien et de l'Aptien des environs d'Angles

A P T I E N (p parte)				E T A G E S
Bédoulien		Gargasien (p parte)		S U B D I V I S I O N S
matheroni		n i s u m		ZONES D'AMMONITES
deshayesi				
sigali H. aff planispira		c a b r i		ZONES DE FORAMINIFERES
13-14	15	16	17	UNITES LITHOLOGIQUES
90	100	110	120	EPAISSEURS (en mètres)
				L I T H O F A C I E S
				A M M O N I T E S
				Crioceratites nolani (KIL.) Plesiospidiscus rebouli (KIL.) Pseudothurmannia angulicostata (D'ORB) Raspailceras cassida (RASP.) Emericiceras emerici (D'ORB) Holcodiscus kiliani PAQ. Pulchellia compressissima (D'ORB.) Silesites seranonis (D'ORB.) Hemihoplites sp pl Heteroceras astieri (D'ORB) Puzosia matheroni (D'ORB) Ancyloceras matheroni D'ORB Parahoplites consobrinus (D'ORB) Deshayesites deshayesi (LEYM.) Aconeceras nisum (D'ORB.)
				F O R A M I N I F E R E S
				Dorothia zedlerae n. sp. Dorothia hauteriviana (MOULL.) Lenticulina eichenbergi BART. & BRAND Hedbergella sigali n. sp. Clavihedbergella sp , aff. simplex (MORR.) Gavelinella barremiana BETT. Globorotalites aptiensis BETT. Hedbergella sp. , aff. planispira (TAPP.) Schackoina cabri SIG.

roni, Parahoplites flexisulcatus (D'ORB.), Costidiscus recticostatus, Dissimilites sp.

- masse continue des marnes gargasiennes. "

Ce n'est qu'à une douzaine de mètres au-dessus du toit de la formation 16 qu'ont été recueillis les éléments de la faune de l'Aptien supérieur (Aconeceras nisum (D'ORB.), Chelonicerias comuelianum (D'ORB.), Colombiceras crassicostatum (D'ORB.), Salfeldiella guettardi (RASP.)) (1).

Les fossiles récoltés tout au long de la coupe d'Angles nous montrent que la formation 3 correspond en majeure partie à l'Hauterivien terminal (présence de Crioceratites nolani, Plesiospitidiscus rebouli, Pseudothurmannia angulicostata). A l'encontre de R. BUSNARDO, je pense que l'on peut déjà attribuer au Barrémien le sommet de la formation, qui a fourni Raspailceras cassida, Emericiceras sp., ainsi que les premières microfaunes caractéristiques de l'étage (voir plus haut : coupe de Raton, dans le chapitre consacré à l'Hauterivien).

R. BUSNARDO place les niveaux 4-5-6-7 dans le Barrémien inférieur. Pratiquement dès sa base, en effet, le niveau 4 contient des fossiles barrémiens. La présence d'Holcodiscus kiliani, Pulchellia compressissima, Nicklesia, Emericiceras emerici justifie également l'attribution de la formation 5 et de la base de la formation 6 au Barrémien inférieur. Par contre on peut objecter qu'en ce qui concerne le sommet du niveau 6 et les niveaux 7 et 8, aucune faune ne vient étayer une assimilation précise.

De la même manière, s'il est logique d'attribuer les formations 9-10-11-12 au Barrémien supérieur en fonction des Ammonites recueillies, les formations 13-14 demeurent à mon avis d'appartenance indéterminée; l'apparition de Puzosia matheroni à la base de la formation 15 constitue le seul élément autorisant une coupure éventuelle entre Barrémien et Aptien, mais, en fait, ce n'est que dans la formation 16 que surgit la faune typiquement bédoulienne.

Retenons enfin de plusieurs observations complémentaires de R. BUSNARDO, effectuées sur la coupe d'Angles ou dans les environs immédiats et confirmées par des recherches ultérieures de l'équipe citée ci-dessous, qu'il est permis de présumer l'existence d'une lacune de sédimentation, probablement plus ou moins importante selon les points considérés, se plaçant en des termes élevés du Bédoulien calcaire, ou même parfois au niveau du changement brutal de faciès.

D'autre part, lorsque la série est complète, il semble qu'on doive encore attribuer au Bédoulien les premiers mètres de la formation des marnes dites gargasiennes. Toutes les fois que le Gargasien paraît débiter au toit de la barre calcaire, le phénomène serait en fait dû à l'absence, par lacune de sédimentation, du Bédoulien terminal marneux.

(1) Cette faune a été récoltée par R. BUSNARDO, S. GUILLAUME, M. MOULLADE, J. SIGAL, J-P. THIEULOY, G. THOMEL, à l'occasion des recherches communes effectuées pour l'établissement d'un parastratotype de l'Aptien.

II - Coupe de Sisteron (fig. 12)

Coordonnées début : x = 889,002; y = 216,740
 fin : x = 889,100; y = 216,470

J'ai relevé cette coupe sur la rive gauche de la Durance, le long de la route départementale n° 4 allant de Sisteron à Volonne (Basses-Alpes). Elle constitue le meilleur profil du Barrémo-Bédoulien à faciès pélagique qui puisse s'observer dans les régions plus strictement vocontiennes du Diois et des Baronnies. Dans sa thèse (1889, p. 156) KILIAN en note déjà, mais sans joindre de figuration, le détail des assises, que je reporte ici :

- | | |
|---|--|
| D | <p>5. Interruption de la coupe pendant l'espace d'une centaine de mètres.</p> <p>6. Calcaire compact, bien stratifié avec des lits de marnes schisteuses grisâtres 100 mètres
 <u>Am. (Hoplites) cryptoceras</u>, D'ORB.,
 <u>Am. (Haploceras) Grasi</u>, D'ORB.</p> |
| E | <p>7. Calcaire gris compact; les bancs sont séparés par des lits marno-schisteux d'une teinte bleuâtre 20 mètres
 <u>Am. (Lytoceras) sp.</u>,
 <u>Am. (Desmoceras) difficilis</u>, D'ORB.</p> <p>8. Calcaire compact en gros bancs avec des lits schistoïdes de nature mameuse 50 mètres</p> <p>9. Calcaire compact, grisâtre, en gros bancs avec lits marnaux 20 mètres
 <u>Ptychoceras Puzosi</u>, D'ORB.,
 <u>Ammonites difficilis</u>, D'ORB.,
 <u>Am. provincialis</u>, D'ORB.</p> <p>10. Calcaire compact en gros bancs, avec petits bancs marnaux et schisteux 6 mètres
 <u>Am. compressissimus</u>, D'ORB.</p> |
| F | <p>11. Calcaire gris en gros bancs, renfermant des rognons de silex noirs 10 mètres</p> <p>12. Calcaires marnaux grisâtres alternant avec des schistes marnaux bleuâtres 1 mètre</p> <p>13. Calcaire compact d'un gris bleuâtre 3 mètres visibles
 <u>Ancyloceras</u>, du groupe du <u>Matheroni</u>.</p> <p>14. Des éboulis masquent la succession sur une longueur d'environ 200 mètres, et, lorsqu'ils disparaissent, on aperçoit :</p> |
| G | <p>15. Les marnes aptiennes que l'on peut étudier au SE de Briasc, où elles vont s'appuyer sur un bombement de calcaires à silex (F).</p> |

L'auteur signale 200 mètres d'interruption entre le dernier niveau calcaire visible et les marnes aptiennes. En réalité, comme nous allons le voir ci-dessous, les marnes reposent immédiatement sur le niveau 13, et les 200 mètres en mauvaise visibilité sont occupés par une succession de légers replis anticlinaux faisant localement ressurgir la formation (F) au milieu des marnes (G).

KILIAN a donc relevé pour le Barrémien (= formation (E) = "calcaires à Ammonites difficilis et Macroscaphites Yvani") une épaisseur de 96 mètres, puisqu'il attribue à l'Aptien inférieur la formation (F) (soit 14 mètres visibles). Il faut noter à ce propos une grave contradiction de l'auteur : dans une indication figurant p. 220 du même ouvrage, il signale que "la puissance des couches à Am. difficilis tombe à 20 mètres près de Sisteron".

J'ai personnellement observé, en effectuant cette coupe, la succession suivante : (1)

- g - Puissante séquence, la plupart du temps masquée par les éboulis, dont seuls sont nettement visibles les vingt derniers mètres, constitués d'une alternance de bancs calcaréo-mameux (0,40 m en moyenne) et de lits mamo-calcaires (0,20 à 0,60 m); les bancs calcaires se resserrent progressivement à mesure qu'on approche du sommet du niveau. A dix mètres sous le toit de cette formation, j'ai recueilli plusieurs exemplaires de Crioceratites duvali (LEV.) (2).
- h - Formation nettement plus calcaire, épaisse de 25 mètres environ, pouvant être décomposée en trois niveaux :
 - 1. un banc compact de 4 mètres d'épaisseur.
 - 2. sur 6 mètres, zone moins massive avec même quelques interlits mameux. Phénomènes de "slumping" à la partie supérieure.
 - 3. zone compacte d'une quinzaine de mètres d'épaisseur, formant une première falaise dans la topographie, entièrement affectée par des phénomènes de "slumping" (h = E 7 in KILIAN).
- i - Formation beaucoup plus tendre, en nette dépression dans la topographie, d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur. Amorces de "slumping" à divers niveaux. Les bancs calcaires sont généralement peu épais (0,20 m), augmentant cependant d'épaisseur et étant plus resserrés à la base et à l'extrême sommet de la formation. Ils sont séparés par des lits mamo-calcaires plus ou moins schisteux (0,20/0,40 m) (i = E 8).
- j - Nouvelle passée plus calcaire, formant une deuxième falaise topographique, sur 35 mètres. Phénomènes de "slumping" à l'extrême base et à l'extrême sommet. Bancs calcaires d'épaisseurs très variables, mais généralement compacts et serrés. Lits mamo-calcaires rares et peu épais, augmentant légèrement en importance vers le milieu de la formation, d'

(1) La notation des formations au moyen de lettres, déjà adoptée pour l'exposé des séquences valanginiennes et hauteriviennes, est ici reprise, en suivant l'ordre stratigraphique.

(2) Détermination de J-P. THIEULOY.

où la présence d'une petite vire de 3 mètres d'épaisseur au sein de la falaise (j = E 9 in KILIAN).

Malgré mes recherches, je n'ai pas trouvé d'Ammonites pyriteuses dans les marnocalcaires de la vire, par contre les bancs calcaires intercalés à ce niveau m'ont fourni (1) : Heinzia provincialis (D'ORB.), Pulchellia aff. compressissima (D'ORB.), Barremites difficilis (D'ORB.), Barremites sp.

Au même niveau et dans le même gisement F. RIVIER et Ph. RICHE (Rapport interne de la Compagnie des Pétroles France-Afrique, 1960) ont recueilli (2) : Pulchellia (Heinzia) provincialis (D'ORB.), Ptychoceras cf. puzosi (D'ORB.), Desmoceras (Barremites) difficile (D'ORB.), Lytoceras subfimbriatum (D'ORB.), Hoplites sp. aff. curvinodus PHILL., Emericiceras dolloi SARK., Crioceras cf. elegans V. KOEN.

k - Zone plus mameuse (en dépression morphologique) d'une dizaine de mètres d'épaisseur, affectée d'intenses phénomènes de slumping (= E 10).

l - Formation à nouveau nettement plus calcaire, avec quelques gros bancs dispersés, et encadre quelques figures de "slumping". Cette zone constitue une troisième et dernière falaise, épaisse d'une dizaine de mètres (= F 11-13). Les derniers bancs calcaires montrent de rares petits silex noirs.

La formation l est surmontée par les marnes de l'Aptien supérieur, le contact n'étant pas visible à cet endroit (éboulis sur les marnes); sa présence se traduit cependant par la dépression nette, très évidemment créée par suite d'un substratum entièrement mameux, qui succède immédiatement à l'ultime falaise calcaire.

Par suite de la rareté des fossiles, la coupe de Sisteron est assez délicate à interpréter. La formation g appartenant encore en totalité à l'Hauterivien, il est permis de faire débiter le Barrémien avec le gros banc calcaire, épais de 4 mètres, de la formation h (nous verrons que ce choix peut être valablement justifié par la répartition des microfaunes); nous relevons alors pour la séquence barrémo-bédoulienne une épaisseur totale dépassant 135 mètres (110 mètres d'après KILIAN), soit une série très légèrement plus dilatée qu'à Angles (100 mètres).

En comparant les successions offertes par les deux coupes, cependant distantes de 55 kilomètres, on relève une analogie assez frappante sur le plan des formations. En effet la formation h (Sisteron) étant vraisemblablement comprise dans l'équivalent, en grande partie masqué, du sommet de la formation 3 et de la base de la formation 4 d'Angles, la formation i, beaucoup plus tendre, s'identifie avec les formations 4 à 7. La grosse barre calcaire constituant la formation j peut s'assimiler à la barre englobant les formations 8 à 11. On retrouve ensuite à Angles une nouvelle zone déprimée topographiquement (formations 12 à 14) qui rappelle la formation k de Sisteron. Enfin dans les deux cas la série se termine par une nouvelle zone plus calcaire et plus compacte (formation l de Sisteron, formations 15-16 d'Angles).

(1) Déterminations de R. BUSNARDO.

(2) Déterminations du Général M. COLLIGNON.

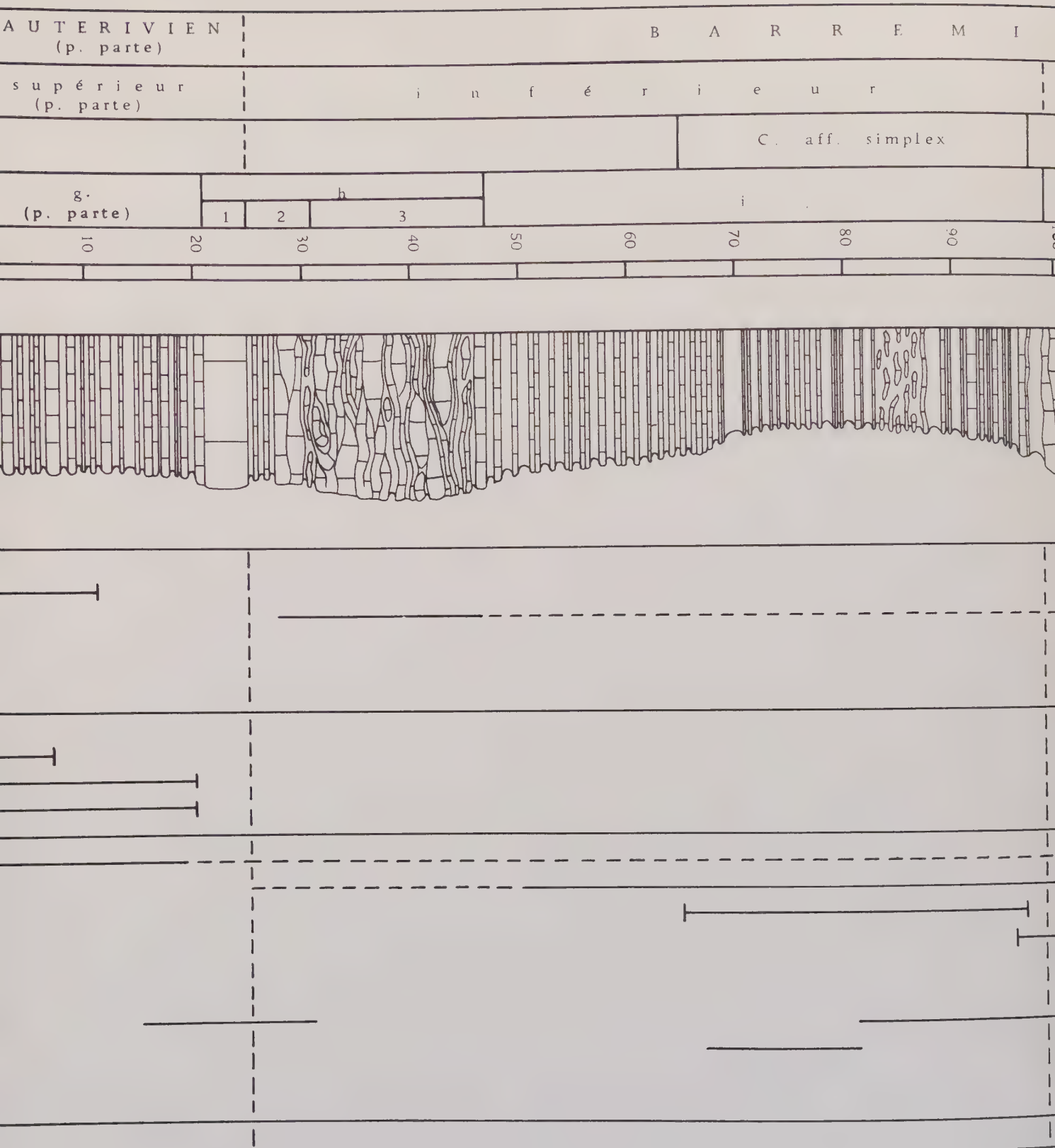
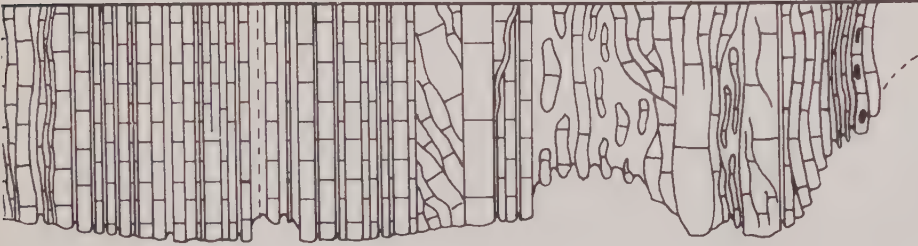
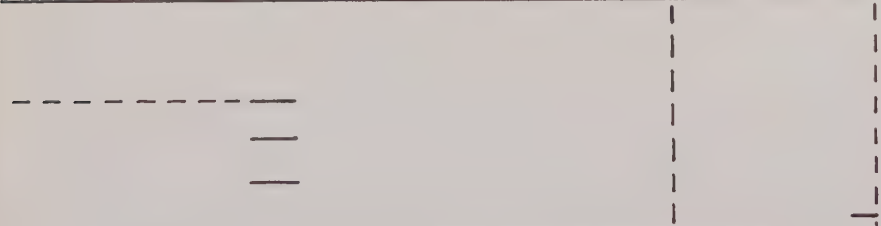
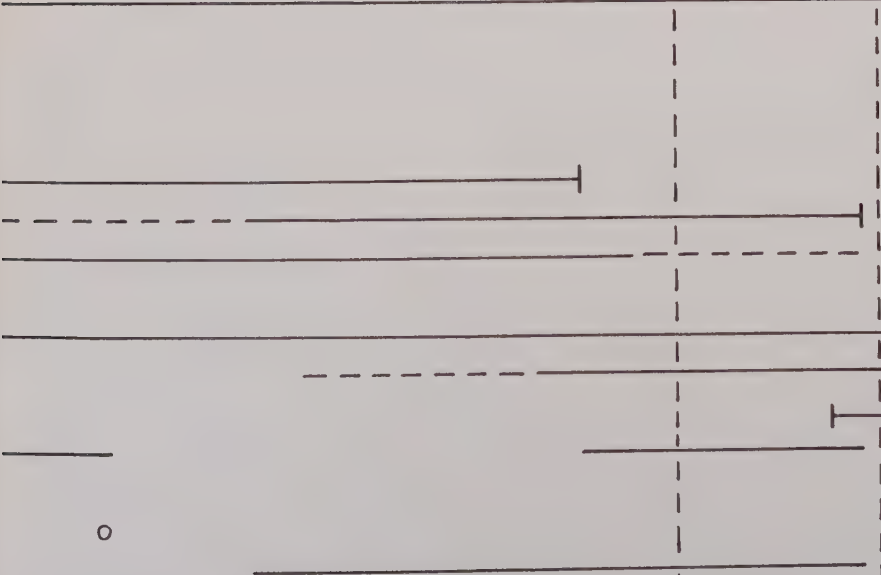


Fig. 12 - Coupe du Barrémo-Bé

E N		A P T I E N (p. parte)		E T A G E S	
s u p é r i e u r		Bédoulien		S U B D I V I S I O N S	
eichenbergi barremiana				Z O N E S D E F O R A M I N I F E R E S	
j		k	l	F O R M A T I O N S	
110	120	130	140	E P A I S S E U R S (en mètres)	
				L I T H O F A C I E S	
				A M M O N I T E S	
				<i>Crioceratites duvali</i> (LEV.) <i>Barremites difficilis</i> (D'ORB) <i>Pulchellia</i> aff. <i>compressissima</i> (D'ORB.) <i>Heinzia provincialis</i> (D'ORB) <i>Ancyloceras matheroni</i> D'ORB.	
				F O R A M I N I F E R E S	
				<i>Haplophragmoides vocontianus</i> n. sp. <i>Dorothia zedlerae</i> n. sp. <i>Dorothia hauteriviana</i> (MOULL.) <i>Lenticulina eichenbergi</i> BART. & BRAND <i>Lenticulina ouach. multicella</i> BART. BETT. BOLLI <i>Hedbergella sigali</i> n. sp. <i>Clavihedbergella</i> sp. , aff. <i>simplex</i> (MORR.) <i>Gavelinella barremiana</i> BETT. <i>Globorotalites aptiensis</i> BETT. <i>Hedbergella</i> sp. , aff. <i>planispira</i> (TAPPAN) <i>Patellina subcretacea</i> CUSHM. & ALEX. <i>Valvulammina</i> sp. <i>Trocholina</i> sp. , aff. <i>friburgensis</i> GUILL. & REICH <i>Epistomina</i> sp.	
				<i>Protocythere bedoulensis</i> MOULL.	

Il est cependant pour le moment presque impossible de discerner si de simples analogies lithologiques correspondent à des synchronismes valables, étant donné les difficultés de corrélation par la macrofaune.

Il faut toutefois noter déjà que la faune recueillie dans la petite vire intercalée dans la formation j indique un âge barrémien supérieur, donc identique à celui de la barre comprenant les formations 8 à 11 d'Angles, avec laquelle je l'ai comparée. Dans cet ordre d'idées, il semblerait qu'il faille voir à Sisteron l'équivalent de la vire à Heteroceras observée à Angles non pas sous la forme de la vire précitée, mais des premiers horizons de la formation k. Encore une fois, nous verrons bientôt que les données recueillies par l'étude des microfaunes permettent de justifier en grande partie les premières corrélations suggérées entre ces deux coupes.

Ce faciès du barrémo-bédoulien, pélagique, caractérisé par des épaisseurs modérées et affecté de nombreux phénomènes de "slumping", ne s'observe qu'en un secteur limité à l'extrémité sud-est de la région que j'ai étudiée. Le peu d'enseignements chronostratigraphiques apporté par la coupe de Sisteron m'oblige dès maintenant à étudier un type de séquence barrémo-bédoulienne choisi dans un secteur plus septentrional, où se font sentir, bien qu'assez légèrement encore, des influences néritiques.

III - Coupe de Montclus (1) (fig. 13)

Coordonnées	début : x = 865,455; y = 240,515
	fin : x = 863,700; y = 240,460

La coupe de la localité de Montclus (Drôme) offre l'avantage de présenter une succession aisément accessible et exploitable des assises du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur; déjà remarquée et étudiée par HEBERT, FALLOT, KILIAN, elle est également citée par PAQUIER (1900), en grande partie à cause de l'existence d'une couche marmo-calcaire riche en Orbitolines; cet auteur la situe le premier avec précision à la base d'un niveau mamopyriteux du Barrémien supérieur, fossilifère à cet endroit (Heteroceras).

Je consignerai ci-dessous le détail des termes qui nous intéressent plus particulièrement (de l'Hauterivien terminal à la base de l'Aptien supérieur).

Un rapide examen de la morphologie permet déjà de remarquer, comparativement aux régions de Sisteron et d'Angles, une individualisation moins poussée des différentes formations. En particulier les diverses barres calcaires n'apparaissent pas aussi franchement dans la topographie. Cela tient au fait qu'à Montclus les bancs calcaires sont dans l'ensemble moins épais, moins compacts, et que les lits marneux sont assez constamment représentés.

(1) Les Ammonites que j'ai recueillies à Montclus ont été déterminées par le Général M. COLLIGNON et par R. BUSNARDO, à l'exclusion des formes déroulées, déterminées par J-P. THIEULOY.

La coupe débute dans les niveaux terminaux de l'Hauterivien (g), après une importante lacune de visibilité, due à des éboulis et à des cultures :

g - Séquence d'une trentaine de mètres d'épaisseur, décomposable en deux niveaux :

1. niveau d'une vingtaine de mètres, montrant une alternance assez régulière de bancs calcaréo-mameux (0,40 m en moyenne) et de lits mamo-calcaires (0,30 m), avec localement l'amorce de phénomènes de slumping.

Vers la partie médiane du niveau j'ai recueilli : Plesiospitidiscus ligatus (D'ORB.), Crioceratites gr. quenstedti-majoricensis, et, à l'extrême sommet : C. nolani (KIL.), Pseudothurmannia angulicostata (D'ORB.), P. mortilleti (PICTET et de LOR.).

2. sur dix mètres, niveau plus hétérogène, avec plaquettes mamo-calcaires et rares bancs plus massifs intercalés, l'ensemble étant affecté de "slumping". Faune recueillie : Plesiospitidiscus ligatus, Pseudothurmannia sp. (plusieurs exemplaires).

h - Formation à dominante calcaire un peu plus marquée, par suite de la présence de bancs indurés plus importants (0,50 - 0,60 m) et de lits mamo-calcaires généralement plus minces (0,20 m en moyenne); puissance totale : 25 mètres environ. Phénomènes de "slumping" à diverses reprises, particulièrement intenses dans la partie moyenne de la formation.

Les faunes récoltées proviennent uniquement des dix premiers mètres : Pseudothurmannia angulicostata, P. nov. sp., aff. mortilleti, Balearites balearis ibizensis WIED., Barremites difficilis (D'ORB.), Crioceratites aff. denckmanni (MULL.), Emericiceras sp., et, à l'extrême sommet seulement de la zone fossilifère : Raspailiceras sp., Crioceratites krenkeli (SARK.).

i - Formation dans l'ensemble plus marneuse, en dépression douce dans la topographie, d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur, avec de fréquentes lacunes d'observation dues aux éboulis et aux cultures. Les niveaux affectés de phénomènes de slumping deviennent plus rares et diffus. Les bancs calcaires sont encore assez épais (0,30/0,50 m) mais sont souvent séparés par des lits mameux plus importants, quoiqu'irrégulièrement développés (0,20 à 1 m). Il faut noter, en position médiane dans la formation, l'intercalation locale de deux ou trois bancs calcaires plus ou moins envahis par un faciès finement détritique et bioclastique, à patine brun-rougeâtre. Ces calcaires montrent au microscope de nombreux petits Foraminifères agglutinants et des Miliolidae.

A la base de la formation ont été recueillis : Dissimilites dissimilis, Melchiorites sp., à la partie médiane : Anahamulina subcylindrica (D'ORB.), puis Melchiorites nabdalsa (COQ.), Lytoceras aff. crebrisulcatum (UHL.), et, dans son ensemble : Lytoceras phestum (MATH.).

j - Séquence un peu plus calcaire (30 mètres), constituée d'une alternance relativement régulière de bancs généralement assez épais (0,50 m), surtout dans la moitié supérieure de la formation, et de lits mameux plus minces (0,20 m en moyenne). Encore quelques phénomènes de slumping à la base. Vers la base également, présence de quelques intercalations

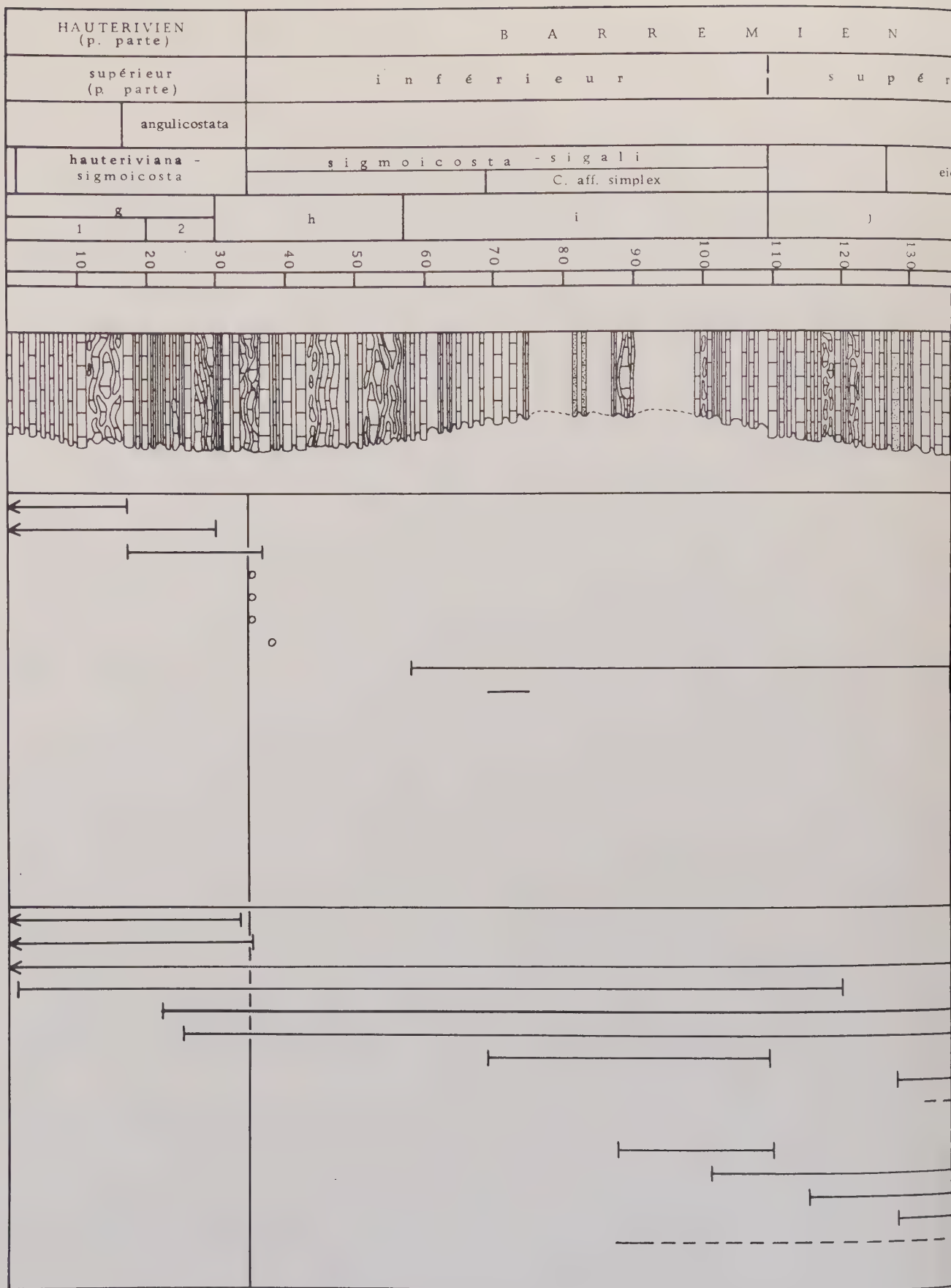


Fig. 13 - Coupe du Barrémien - Bédoulien

		A P T I E N (p p a r t e)		E T A G E S	
i e u r		B é d o u l i e n		S U B D I V I S I O N S	
Heteroceras		matheroni		Z O N E S D ' A M M O N I T E S	
↓		deshayesi			
chenbergi - barremiana		sigali - H. aff. planispira		Z O N E S D E F O R A M I N I F E R E S	
k		l		m	
140		150		160	
170		180		190	
200					
				E P A I S S E U R S (e n m è t r e s)	
				L I T H O F A C I E S	
				A M M O N I T E S	
				F O R A M I N I F E R E S	
				E L O S I R A C O D E S	

diffuses d'éléments à faciès bioclastique fin dans les bancs calcaréo-marneux; vers le milieu de la formation, on remarque un banc dur, compact, de 0,60 m d'épaisseur, de calcaire bioclastique à grain assez grossier, gris-noir à la cassure et à patine brun-rougeâtre. Au microscope ce calcaire montre un microfaciès à nombreux débris organiques roulés et Orbitolinidae. Aucune Ammonite n'a été recueillie dans cette formation.

- k - Formation un peu plus tendre, de 25 mètres de puissance, constituée de petits bancs calcaires (0,10 à 0,50 m) alternant régulièrement avec des lits de marnes calcaires noires d'une épaisseur moyenne de 0,20-0,30 m, pouvant aller jusqu'à 1 mètre. Sporadiquement, présence de minces intercalations à faciès bioclastique, à grain fin ou moyen. Vers le sommet de la formation un des bancs de calcaire à débris montre également en son sein des silex noirs.

Le principal niveau fossilifère de la formation k se situe en position médiane, là où les intercalations calcaires à faciès bioclastique sont à la fois les plus nombreuses et les plus minces, et les niveaux marneux les mieux développés.

J'ai pu recueillir : Costidiscus recticostatus (D'ORB.), Barremites strettostoma (UHL.), Anahamulina aff. lorioli (UHL.), Lytoceras phestum (MATH.), Lytoceras crebrisulcatum (UHL.), Heteroceras sp. Il s'agit incontestablement là du niveau mamo-pyriteux à Heteroceras dont l'existence fut signalée à Montclus par PAQUIER. En outre les tout derniers mètres de la formation m'ont fourni : Costidiscus recticostatus, Barremites cassioides (UHL.), Silesites aff. vulpes (COQ.).

- l - Formation d'environ 35 à 40 mètres de puissance, caractérisée par l'intercalation rythmique, à six reprises, d'un gros banc ou double banc calcaire (0,50 à 1 mètre); chacun de ces bancs est séparé du suivant par un niveau de quelques mètres, plutôt tendre et entièrement affecté par un phénomène de "slumping". Vers le sommet de la formation l'on assiste à une certaine régularisation de la série, par suite d'une nette atténuation des glissements synsédimentaires; elle conduit à la reprise de l'alternance des bancs calcaires, moins épais (0,20/0,40 m) et des lits plus marneux (0,20/0,40 m, parfois beaucoup plus).

Il faut également noter la présence, à la base de la formation, d'un banc à l'aspect plus cristallin avec silex noirs, et, à la partie supérieure, de quelques miches (dans les niveaux avec "slumping") ou intercalations diffuses à faciès bioclastique, généralement assez fin.

Comme faunes recueillies, citons, dès la base : Costidiscus recticostatus, Puzosia matheroni, Leptoceras sp., Ancyloceras sp.; en un horizon médian : Deshayésites weissi (N. et UHL.); dans un horizon élevé, proche du sommet : Procheloniceras albrechti-austriacae (HOH.).

- m - Puissante formation des "marnes bleues". Le contact direct avec la formation l n'est pas exactement visible (lacune d'observation réduite à un ou deux mètres).

L'examen des faunes recueillies dans la coupe de Montclus permet d'affirmer que la formation g appartient encore en totalité à l'Hauterivien supérieur. La limite entre l'Hauterivien

vien et le Barrémien se situe vers la base de la petite barre un peu plus calcaire qui constitue la formation h, à en juger par la coexistence très momentanée de fossiles hauteriviens appartenant à la zone à Pseudothurmannia angulicostata et de formes d'affinités barrémiennes (Barremites difficilis, Crioceratites aff. denckmanni, C. krenkeli, Emericiceras).

En fonction de ce qui a été observé à Angles, la présence d'Anahamulina subcylindrica conduit à attribuer la formation i au Barrémien inférieur. Par contre la formation j n'apparaît pas caractérisée. Sa position dans la série et sa nature, plus franchement calcaire, me font incliner cependant en faveur d'un âge barrémien supérieur.

D'après les formes qu'elle renferme, il est assuré que la formation k appartient également au Barrémien supérieur. La présence de Puzosia matheroni dès la base de la formation l milite pour un âge bédoulien de cette séquence. Il faut remarquer que là encore les fossiles franchement aptiens (Deshayesites weissi, Procheloniceras albrechti-austriacae) apparaissent nettement plus tard, dans la moitié supérieure de la formation seulement; tout comme en d'autres régions, ainsi que nous avons déjà pu le voir, il existe à Montclus un intervalle assez important (25 mètres) entre le niveau à Heteroceras, terme ultime du Barrémien pour PAQUIER, et les couches renfermant les Ammonites de La Bédoule.

L'ensemble de la série calcaire barrémo-aptienne totalise à Montclus près de 170 mètres d'épaisseur, soit une puissance plus importante que celle qui a été relevée dans les régions à faciès strictement pélagique (de 100 à 130 mètres). Nous avons pu constater que dans ce secteur les intercalations de calcaires à débris, indices d'influences néritiques plus ou moins proches, ne sont pas encore très développées, ni en fréquence ni en intensité, mais qu'elles persistent pratiquement jusqu'au sommet de la série.

La limite entre l'Hauterivien et le Barrémien, décelée avec netteté dans la coupe de Raton, apparaît ici définie d'une manière moins spectaculaire, bien qu'encore très acceptable, par suite de la rareté en fossiles barrémiens vraiment décisifs dans les niveaux qui surmontent les couches hauteriviennes. Les données permettant de définir la coupure entre le Barrémien et l'Aptien se réduisent à l'apparition de Puzosia matheroni. En outre, pas plus à Montclus qu'à Angles ou à Sisteron, il ne nous a été donné de recueillir de précisions au sujet de la limite entre Barrémien inférieur et Barrémien supérieur.

Cette carence présente beaucoup d'inconvénient pour un étalonnage rigoureux des microfaunes recueillies simultanément. Dans l'espoir d'obtenir de meilleurs renseignements à ce sujet, tout en restant dans un domaine encore peu marqué par les influences néritiques, je m'adresserai à la coupe de La Charce, en n'étudiant en détail que les termes médians du Barrémien.

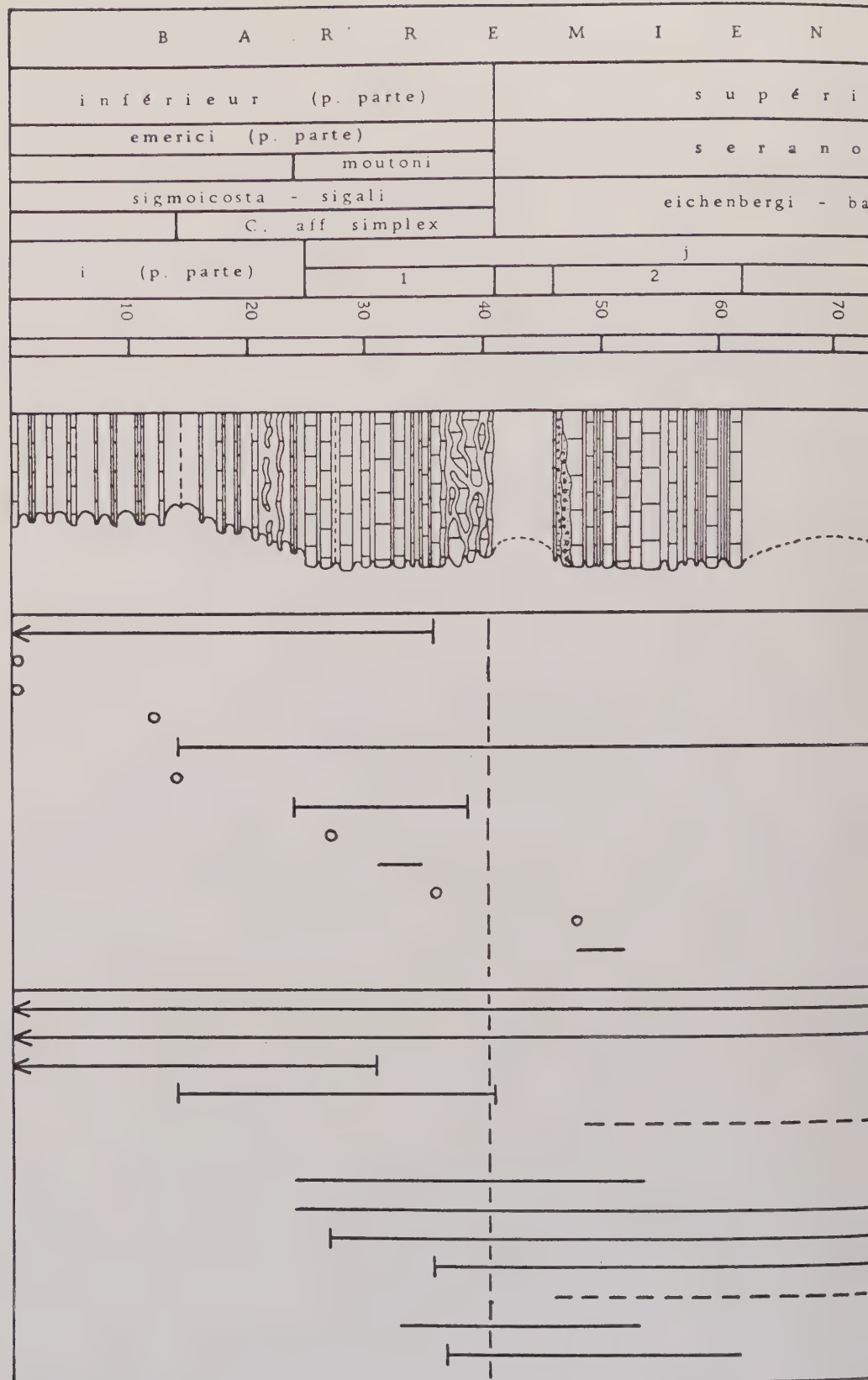


Fig. 14 - Coupe du Barrémien de

(p. parte)		Bédoulien (P. parte)	E T A G E S	
e u r			S U B D I V I S I O N S	
n i s			Z O N E S D'AMMONITES	
remiana			Z O N E S D E F O R A M I N I F E R E S	
3		k	1	F O R M A T I O N S
80		90	E P A I S S E U R S (en mètres)	

IV - Coupe de La Charce (1) (fig. 14)

Coordonnées :

Coupe de la route départementale 61, de La Charce à La Motte-Chalançon :

début : x = 846,670; y = 245,300

fin : x = 846,740; y = 245,310

Coupe de la route départementale 338, de La Charce à Rosans :

début : x = 847,610; y = 245,580

fin : x = 847,670; y = 245,420

i - Formation à nette prédominance marneuse, d'environ 50 mètres d'épaisseur, à faune du Barrémien inférieur: Emericiceras emerici (D'ORB.), Nicklesia pulchella (D'ORB.), Ana-hamulina subcylindrica (D'ORB.), Hamulina astieri (D'ORB.), Spitidiscus hugii (OOST.).

j - Formation calcaire (65 mètres), composée de trois barres massives que séparent deux intervalles plus marneux. A noter, à la base de la barre médiane, l'existence d'une passée microconglomératique gris-brun (1,50 m), au ciment d'abord assez friable puis induré.

La barre n° 1 (16 mètres d'épaisseur) de la formation j a livré : Emericiceras emerici (D'ORB.), Moutoniceras moutoni (D'ORB.), Pulchellia cf. compressissima (D'ORB.) (= P. compressa BREISTROFFER, in collect.), Barremites difficilis (D'ORB.), Raspailiceras cassida (RASP.), etc....

A la base de la barre n° 2 (16 mètres), séparée de la précédente par une vire marneuse de 5 m d'épaisseur, il a été récolté : Silesites seranonis trajani (TRIETZ), Emericiceras barremense (KIL.), E. thiollierei (AST.), etc....

k - Séquence à prédominance marneuse, en dépression dans la topographie (8 mètres), correspondant à la "vire à Heteroceras" de Montclus (corrélation effectuée à l'aide des micro-faunes).

l - Nouvelle et dernière formation plus calcaire (20 à 25 mètres), en mauvaise visibilité et affectée de "slumping", sous-jacente à la formation des marnes bleues.

La coupe de La Charce montre donc, au stade des formations, une certaine analogie avec les séries d'Angles, de Sisteron et de Montclus. Or ici la formation très calcaire (j) présente l'avantage de fournir dès sa base des fossiles significatifs, alors que dans les trois localités précitées elle s'est révélée soit azoïque, de même que les termes immédiatement sous-jacents, soit fossilifère en son sommet seulement; à Angles, R. BUSNARDO a été amené à l'assimiler en entier au Barrémien supérieur, sans preuve paléontologique pour ce qui est de sa moitié inférieure. Nous voyons qu'à La Charce sa base (= barre n° 1) se montre encore d'âge

(1) La détermination des Ammonites recueillies dans le Barrémien de La Charce a été effectuée par J-P. THIEULOUY.

barrémien inférieur, et que les trois-quarts supérieurs doivent être attribués au Barrémien supérieur. La limite entre les deux subdivisions du Barrémien coïncide par conséquent avec la première vire plus mameuse de 5 mètres d'épaisseur, qui vient s'insérer au sein de la formation calcaire.

V - Données complémentaires.

Les coupes précédentes permettent de se faire une idée des séquences barrémo-bédouliennes en des secteurs pour lesquels l'absence ou bien la faible importance des influences néritiques n'a pas eu trop de répercussions sur la fréquence de répartition des Ammonites. Malheureusement, à l'exception de la coupe d'Angles, aucune ne montre dans de bonnes conditions la nature des terrains lors du brusque changement de faciès qui se réalise à l'Aptien. J'en donnerai donc un exemple en secteur vocontien, par le choix de la coupe de Lesches-en-Diois.

Dans les environs et au Sud même du village, on peut observer la succession suivante (fig. 16) :

- en surface structurale : sommet d'une formation constituée de calcaires bien lités, à silex, avec rares bancs roux à débris. Cette formation termine l'épaisse séquence calcaire du Barrémo-Bédoulien.
- marnes feuilletées, gris-bleu sombre (5 mètres), en mauvaise visibilité (cultures, etc....).
- calcaire mameux en fines plaquettes, sous forme d'un double banc de 0,40 m, qui m'a livré (1) : Lytoceras phestum, Costidiscus recticostatus, Parahoplites gr. deshayesi-consobrinus.
- masse continue des marnes gris-bleu (plus de 60 mètres). A dix mètres au dessus du banc calcaréo-mameux, j'ai récolté : Salfeldiella guettardi (RASP.) (2).

Tout comme localement à Angles, nous voyons ici, si l'on en juge par la faune récoltée dans le banc calcaréo-mameux en plaquettes, que le Bédoulien est encore représenté, en faciès déjà mameux, à la base de la puissante séquence des "marnes bleues".

3) INVENTAIRE MICROFAUNIQUE.

Pour effectuer l'étalonnage au point de vue chronostratigraphique des microfaunes barrémo-bédouliennes, je m'adresserai tout d'abord aux profils qui offrent un faciès franchement pélagique et une relative richesse en Ammonites.

(1) Déterminations de R. BUSNARDO.

(2) Détermination de G. THOMEL.

A cet égard la coupe d'Angles apporte déjà un certain nombre d'informations ou de confirmations précieuses (fig. 11). L'on y voit apparaître une coupure entre l'Hauterivien et le Barrémien, définie à l'aide des mêmes éléments que dans la coupe de Raton. En effet au niveau de la formation 3 (Hauterivien supérieur) s'éteignent des formes telles que Dorothia zedlerae n. sp., D. hauteriviana (MOULLADE), tandis que, surmontant immédiatement les bancs à Pseudothurmannia angulicostata, apparaissent les Hedbergelles (H. infracretacea, H. sigali n. sp.).

On discerne également, au sommet du Barrémien inférieur, un niveau très nettement individualisé, qui se caractérise par la durée de répartition de Clavihedbergella sp. aff. simplex (MORROW) : cette forme apparaît au sommet de la formation 6 et disparaît dès le toit de la formation 7.

A noter aussi l'apparition, au Barrémien supérieur, de Gavelinella barremiana BETT. et, au niveau de la vire à Heteroceras, celle de Globorotalites aptiensis BETT., tandis que s'éteint Lenticulina eichenbergi BART. et BRAND, devenue très rare déjà dès la base du Barrémien supérieur. Peu au-dessus de la vire, à peu près au niveau de l'apparition de Puzosia matheroni, surgit Hedbergella sp. aff. planispira (TAPP.).

Pratiquement toutes les espèces nées à divers niveaux du Barrémien (Hedbergella sigali, Lenticulina cuvillieri, Gavelinella barremiana, Globorotalites aptiensis, Hedbergella aff. planispira) se retrouvent dans le Bédoulien entier, les trois dernières formes citées franchissant même la limite du Bédoulien et du Gargasien; les deux premières, devenues déjà plus rares dès les niveaux élevés ou terminaux de la série calcaire, disparaissent à son toit.

L'étude des microfaunes des termes de passage de l'Aptien inférieur à l'Aptien supérieur, observés en plusieurs secteurs voisins de la coupe-principale effectuée le long de la route d'Angles, révèle des résultats a priori contradictoires.

Dans la coupe du ravin situé à l'Ouest de la colline de cote 981, dès la réalisation franche du faciès mameux de l'Aptien, l'on identifie la présence de Schackoina cabri SIG., accompagnant Globigerinelloides blowi (BOLLI), Clavihedbergella bizonae (CHEV.); par contre dans la combe Lambert, où une récurrence calcaire au sein de la formation mameuse a livré une faune d'affinités bédouliennes, les niveaux mameux sous-jacents à cette faune livrent tout d'abord Globigerinelloides blowi seule, Schackoina cabri ne l'accompagnant ensuite qu'au niveau de la récurrence calcaire.

Ces constatations ne viendraient en fait que confirmer une légère lacune possible dans la sédimentation, d'importance variable selon les points, qui affecterait certains termes sommitaux du Bédoulien.

Quelques remarques intéressantes, sur le plan paléoécologique, peuvent être déduites de l'examen des microfaunes de la coupe d'Angles. Il faut noter en ce secteur l'absence totale de Foraminifères benthiques confinés aux milieux peu profonds (néritiques ou littoraux), ou d'Ostracodes. Pas la moindre Trocholine, pas un Miliolidae n'y ont été recueillis.

Le stock microfaunistique principal est composé de formes benthiques vivant déjà sur des fonds importants (vraisemblablement de l'ordre de 200 à 1000 mètres, pour fixer les idées); il faut également tenir compte de la relative abondance des formes pélagiques (Hedbergelles,

Claviedbergelles), toujours de très petite taille, qui font ainsi leur première apparition massive. Fait curieux, la fréquence maxima des Hedbergelles se situe dans la séquence plus marneuse correspondant aux formations 5-6-7, et les Claviedbergelles sont confinées dans les formations 6 et 7.

Il apparaîtrait ainsi, en cette coupe tout au moins, que les indices de "haute pélagicité" que l'on peut déduire de la composition des microfaunes s'attachent à des niveaux où les marnes sont mieux développées. Momentanément, il ne faut voir là qu'une simple constatation, qui devrait être reprise sur des bases scientifiques plus sérieuses.

En ce qui concerne la coupe de Sisteron, assez mal déchiffrée stratigraphiquement par suite de la rareté des macrofaunes, il est possible de confirmer, par la répartition des Foraminifères (fig. 12), les parallélismes précédemment établis avec la coupe d'Angles d'après de simples analogies lithologiques à l'échelle des formations.

Nous voyons qu'au sein de la formation g, plus précisément dans les niveaux où j'ai recueilli Crioceratites duvali (LEV.), s'éteint Haplophragmoides vocontianus n. sp., et qu'à son toit disparaissent Dorothia zedlerae n. sp. et D. hauteriviana (MOULL.). A la lumière des conclusions déjà dégagées lors de l'étude des séries hauteriviennes, on peut donc affirmer que la formation g, et peut-être même le gros banc massif (h₁), appartiennent encore à l'Hauterivien; le Barrémien commencerait très bas dans la formation h.

On constate aussi que la durée de répartition des Claviedbergelles coïncide exactement avec la séquence plus marneuse (i); il n'était donc pas abusif de placer, en première approximation, cette formation i à la partie supérieure du Barrémien inférieur. A la limite des formations h et i apparaissent également des formes moins significatives, telles Lenticulina cuvillieri MOULL. et Dorothia praeoxycona n. sp. Tout comme à Angles on observe l'apparition de Gavelinella barremiana BETT. dès l'extrême sommet de la formation i, pratiquement à la limite de i et de j, lorsque disparaissent les Claviedbergelles.

Dès la base de la formation k se produisent à peu près simultanément l'extinction de Lenticulina eichenbergi BART. et BRAND et l'apparition de Globorotalites aptiensis BETT. : les données apportées par la répartition de la microfaune justifient donc la corrélation déjà suggérée entre la base de la formation plus marneuse (k) de Sisteron et le niveau à Heteroceras d'Angles. Notons enfin, très haut dans la série (dans la partie supérieure de la formation l, vraisemblablement bédoulienne, au moins p. parte), l'apparition d'Hedbergella sp. aff. planispira (TAPP.).

Bien que la série de Sisteron offre, dans son apparence extérieure, le même type de faciès résolument pélagique que la série d'Angles, l'étude de la composition des microfaunes recueillies apporte quelques données fort instructives.

Certes là aussi la fréquence maxima des Hedbergelles et le confinement des Claviedbergelles s'accompagnent d'un type de sédimentation plus marneux. Mais, à l'encontre de cette analogie, on observe également la présence sporadique de rares formes beaucoup plus familières de milieux peu profonds telles que Patellina subcretacea, Valvulammina sp., Trocholina sp. aff. friburgensis, Epistomina sp., et même, limitée cependant à un seul prélèvement effectué au sein de la barre calcaire du Barrémien supérieur, celle d'une carapace de Protocythere bedoulensis MOULL.; j'ai déjà eu l'occasion de recueillir en abondance cet Ostracode

dans le Bédoulien-type et, assez fréquemment, dans le Barrémien et le Bédoulien vocontiens à faciès bioclastique franc.

L'étude paléocéologique des microfaunes permet ainsi de déceler de simples tendances ou de légères influences qui n'apparaissent absolument pas par le seul examen "macroscopique" des séries et des faciès. Dans ce cas particulier elle montre que la région d'Angles, contrairement à celle de Sisteron, se trouvait complètement à l'abri de la moindre influence néritique, même lointaine. Il est cependant évident qu'à Sisteron ces apports légers et très dispersés de microfaunes benthiques spécialisées relèvent d'une certaine allochtonie. Ils révèlent seulement la proximité un peu plus marquée des milieux générateurs.

L'étude de la répartition et de la composition des microfaunes des régions de Montclus et de La Charce, situées au Nord-Ouest de Sisteron, et pour lesquelles de faibles influences néritiques sont décelables macroscopiquement, va nous donner des précisions complémentaires à ce sujet.

Mais tout d'abord, sur le seul plan chronostratigraphique, de même qu'à Raton, Angles ou Sisteron, l'on constate en premier lieu qu'à Montclus (fig. 13) la limite de l'Hauterivien et du Barrémien se définit par l'extinction de Dorothia zedlerae et de D. hauteriviana, qui a lieu au toit des couches à Pseudothurmannia angulicostata, et ne surmonte que de très peu l'apparition de Globorotalites bartensteini puis des Hedbergelles habituelles.

Il faut remarquer que là aussi la période de répartition des Clavihedbergelles correspond à la formation i, un peu plus mameuse, du Barrémien inférieur. Ces organismes paraissent donc décidément posséder une répartition très limitée, qui vient en outre se placer en un niveau remarquablement constant au point de vue lithologique et stratigraphique.

A noter, en même temps que l'extinction des Clavihedbergelles, celle de Gavelinella sigmoicosta, espèce apparue à l'Hauterivien terminal, un peu en-dessous du niveau à Pseudothurmannia angulicostata, ainsi que l'apparition de Gavelinella barremitana. Toutes ces données ne viennent que confirmer ce que nous avons observé précédemment.

De même, l'apparition de Globorotalites aptiensis s'effectue au niveau de la vire à Heteroceras; légèrement au-dessus, à peu près en même temps que Puzosia matheroni, surgit Hedbergella sp. aff. planispira, forme malheureusement rare, et simultanément disparaît Lenticulina eichenbergi. Enfin l'on peut voir qu'à l'exception de Gavelinella sigmoicosta, Clavihedbergella sp. aff. simplex et L. eichenbergi, la totalité des formes barrémiennes persistera au moins jusqu'au sommet du Bédoulien, certaines franchissant même la limite de l'Aptien inférieur et de l'Aptien supérieur.

Sur le plan qualitatif un phénomène nouveau va se manifester à Montclus : la présence quasi-systématique, en plus des Foraminifères pélagiques et benthiques profonds toujours prédominants, d'une certaine proportion de formes benthiques de faible profondeur, qu'accompagnent sporadiquement quelques Ostracodes (Protocythere bedoulensis MOULL., P. oertlii MOULL., P. sp., Cythereis sp. pl., Neocythere sp., Bairdia sp., etc...). Ce phénomène va se réaliser à partir d'un certain niveau du Barrémien inférieur, coïncidant en fait avec les premières manifestations apparentes du faciès bioclastique.

La plupart de ces organismes se révèlent sans aucune valeur sur le seul plan chrono-

stratigraphique : ils se recueillent uniformément tout au long de la séquence barrémo-bédoulienne en secteur vocontien, et même dès l'Hauterivien ou au-delà de l'Aptien inférieur en des régions où les faciès néritiques affectent également lesdits termes. Un petit nombre de formes, et plus spécialement les représentants de la famille des Orbitolinidae, semble cependant posséder, à Montclus tout au moins pour le moment, une répartition plus limitée.

Ainsi Palaeodictyoconus cuvillieri FOURY et P. barremianus (MOULL.) apparaissent dans la moitié supérieure de l'horizon à Claviedbergelles, le premier s'éteignant ensuite très rapidement et le second persistant jusqu'à la vire à Heteroceras. Dès la base de la formation j, juste au-dessus de l'extinction des Claviedbergelles, apparaissent Palorbitolina lenticularis (BLUM.) et, très peu au-dessus, Orbitolinopsis cuvillieri MOULL., abondamment représenté, et O. kiliani (PREV. in SILV.), beaucoup plus rare. Ces trois dernières formes persistent jusqu'au toit de la série barrémo-bédoulienne.

Il est à noter que tous ces organismes sont certes fréquemment représentés dans les bancs indurés à faciès bioclastique macroscopiquement décelable, mais le sont aussi assez constamment dans les interlits mame-calcaires, que leur aspect ne permet pourtant pas de différencier des lits mameux intercalés dans les séries à faciès pélagique.

Confirmant certains résultats obtenus par l'étude de la coupe de Sisteron, ce dernier fait montre que pour juger valablement des caractéristiques de faciès des séries vocontiennes, il ne faut pas seulement s'appuyer sur de simples observations de terrain; il faut également tenir compte de l'analyse qualitative des microfaunes et des indices paléocéologiques qu'elles peuvent apporter, même en des sédiments où l'on ne serait pas tenté à priori de se livrer à ce genre d'investigation.

L'étude des microfaunes du Barrémien de La Charce, où la limite entre le Barrémien inférieur et le Barrémien supérieur se montre bien définie à l'aide des Ammonites, apporte de précieuses indications complémentaires pour la localisation stratigraphique de coupures micropaléontologiques déjà décelées en d'autres régions. L'on constate ainsi (fig. 14) que la zone à Claviedbergelles, qui se retrouve fidèlement, voit son toit correspondre exactement avec la limite des deux subdivisions du Barrémien. Les autres espèces montrent des répartitions analogues à celles qu'elles possèdent dans les coupes déjà étudiées.

Notons enfin qu'à La Charce où, encore plus qu'à Montclus, les influences néritiques ne sont guère décelables par l'étude sur le terrain, les sédiments mameux livrent également, en plus des formes pélagiques toujours aussi abondantes et localisées, un assez petit nombre d'organismes benthiques de faible profondeur, parmi lesquels les formes les plus significatives (Orbitolinidae) possèdent à peu près la même répartition stratigraphique qu'à Montclus.

4) CONCLUSIONS.

L'analyse biostratigraphique complète des coupes les plus significatives du Barrémien et du Bédoulien de la fosse vocontienne, confirmée par de nombreuses observations complémentaires dont le détail ne pourrait trouver place en cet ouvrage, permet de définir des possi-

A P T I E N (p. parte)				E T A G E S	
Bédoulien		Gargasien (p. parte)		S U B D I V I S I O N S	
matheroni		guettardi		ZONES D'AMMONITES	
	deshayesi				
a	sigali sans eichenbergi		cabri	ZONES DE FORAMINIFERES	
bergi- nsis		sigali - H. aff. planispira			
120	130	140	150	160	EPAISSEURS (en mètres)
					A M M O N I T E S
					Emericiceras emerici (D'ORB.)
					Moutoniceras moutoni (D'ORB.)
					Silesites seranonis (D'ORB.)
					Heteroceras astieri (D'ORB.)
					Puzosia matheroni (D'ORB.)
					Deshayesites deshayesi (LEYM.)
					Salfeldiella guettardi (RASP.)
					F O R A M I N I F E R E S
					Lenticulina eichenbergi BART. & BRAND
					Gavelinella sigmoicosta (DAM.)
					Hedbergella sigali n. sp.
					Clavihedbergella sp. , aff. simplex (MORR.)
					Gavelinella barremiana BETT.
					Globorotalites aptiensis BETT.
					Hedbergella sp. , aff. planispira (TAPP.)
					Schackoina cabri SIG.

1 Barrémien et de l'Aptien inférieur vocontiens.

bilités de zonation de valeur inégale selon les niveaux considérés (fig. 15). Un certain nombre de données paraissent cependant solidement établies.

- Limite de l'Hauterivien et du Barrémien (voir également le chapitre "Hauterivien").

La limite supérieure de l'Hauterivien paraît valablement et universellement déterminée par le toit de la zone à Pseudothurmannia angulicostata, le Barrémien commençant avec l'apparition d'Emericiceras emerici. En effet l'apparition de Pulchellia compressissima, de Nicklesia pulchella, d'Holcodiscus kiliani, toutes formes caractéristiques du Barrémien inférieur, se place généralement un peu au-dessus de la limite inférieure de l'étage.

Nous avons pu établir qu'en ce qui concerne les microfaunes, la limite entre les deux étages correspond à l'extinction de plusieurs formes hauteriviennes (Dorothia zedlerae, D. hauteriviana) et à l'apparition de formes franchement barrémiennes (Hedbergella infracretacea, H. sigali).

- Limite entre Barrémien inférieur et Barrémien supérieur.

Cette limite est souvent difficile à préciser à l'aide des Ammonites, par suite de la rareté des formes significatives dans la partie moyenne du Barrémien. Là où ces faunes existent, elle peut se définir par l'extinction d'Emericiceras emerici et par l'apparition de formes spécifiques du Barrémien supérieur telles que Silesites seranonis.

Au point de vue micropaléontologique la coupure précédente correspond à l'extinction des Clavihedbergelles et de Gavelinella sigmoicosta, ainsi qu'à l'apparition de Gavelinella barremiana (que viennent accompagner Palorbitolina lenticularis, Orbitolinopsis cuvillieri, O. kiliani en faciès néritique).

- Possibilités de zonation à l'intérieur du Barrémien inférieur.

Elles paraissent limitées en ce qui concerne les Ammonites, car le confinement en des niveaux déterminés d'Holcodiscus kiliani, de Pulchellia compressissima, etc. . . , tel qu'il a été observé à Angles, n'est pas fidèlement retrouvé en fosse vocontienne proprement dite. Il s'avère cependant que ces espèces ne se rencontrent pas dès le début de l'étage, et il est possible qu'elles n'atteignent pas le sommet du Barrémien inférieur.

Ce dernier point n'a pu être suffisamment contrôlé, encore une fois par suite de la médiocrité générale des récoltes dans la partie moyenne de l'étage. De même le cantonnement de Moutoniceras moutoni à la partie supérieure du Barrémien inférieur devrait être confirmé par un plus grand nombre d'observations.

Pour le moment on peut seulement affirmer avec certitude qu'Emericiceras emerici constitue la forme-guide du Barrémien inférieur dans les régions vocontiennes.

Les Foraminifères permettent par contre de définir très nettement une zone équiva-

lant à peu près à la moitié supérieure du Barrémien inférieur, grâce à la répartition limitée de Clavihedbergella sp. aff. simplex. Il est intéressant de noter que la plupart du temps la majeure partie de cette zone correspond à une séquence plus mameuse, assez aisément repérable dans la morphologie, entre une première barre calcaire comprenant la zone à Pseudothurmannia angulicostata ainsi que le Barrémien initial, et un second ensemble massif daté (p. parte max.) du Barrémien supérieur.

La subdivision du Barrémien inférieur sous-jacente à cette zone ne peut malheureusement pas être caractérisée au point de vue micropaléontologique à l'aide d'une association positive. On peut seulement dire qu'elle correspond à l'association de Gavelinella sigmoicosta et d'Hedbergella sigali en l'absence de Clavihedbergelles. D'autre part la limite inférieure de la zone à Clavihedbergelles, localisée avec précision au point de vue lithostratigraphique, ne peut évidemment l'être par rapport à la répartition des Ammonites.

Enfin le Barrémien inférieur se caractérise dans sa totalité par l'association d'Hedbergella infracretacea, d'H. sigali et de Gavelinella sigmoicosta.

- Niveau à Heteroceras.

. Ce niveau ne s'identifie pas toujours avec une certitude absolue du fait qu'on ne peut récolter qu'assez rarement les moules pyriteux d'Hétérocères signalés autrefois par PAQUIER dans son horizon-repère. Ce dernier semble se placer en des termes élevés, certes, mais non terminaux du Barrémien. Nous avons pu voir en effet que lorsqu'on a la chance de recueillir des Ammonites caractéristiques dans les horizons immédiatement sus-jacents, il s'agit encore d'un héritage barrémien, et qu'à l'exception de Puzosia matheroni la faune bédoulienne proprement dite en est séparée par un intervalle relativement important.

L'horizon à Hétérocères correspond très généralement à une sédimentation plus mameuse, et surmonte directement la puissante falaise contenant la faune du Barrémien supérieur la plus riche. Mais en l'absence des fossiles caractéristiques, et particulièrement dans le cas de séries dilatées et riches en intercalations du faciès à débris, l'interposition de vires mameuses à plusieurs niveaux du Barrémien supérieur peut conduire à des erreurs d'interprétation et de corrélation. Nous en détaillerons un exemple particulièrement remarquable dans la troisième partie de cet ouvrage (coupe de la cluse du Roubion, près de Crupies).

. Micropaléontologiquement la "vire à Heteroceras" ne peut être caractérisée avec une grande précision car elle constitue un horizon trop ténu pour le faible pouvoir de résolution des microfaunes barrémo-bédouliennes. Sa position dans une série continue peut cependant être approximativement décelée par l'apparition de Globorotalites aptiensis, et confirmée indirectement par l'extinction de Lenticulina eichenbergi. Cette extinction se produit en effet un peu au-dessus de la vire, avec malheureusement un léger flottement d'un secteur à l'autre. En fait le niveau à Heteroceras se trouve englobé à l'intérieur d'une zonule définie par la coexistence de Globorotalites aptiensis et de Lenticulina eichenbergi.

- Limite du Bédoulien et du Gargasien.

. Pour obtenir des données précises au sujet de cette limite, il est préférable d'étudier les stratotypes de l'Aptien (1963, FABRE-TAXY, MOULLADE, THOMEL; 1963, MOULLADE). En effet les résultats apportés par l'observation de ces secteurs privilégiés sont rarement vérifiables en fosse vocontienne, où la pauvreté des faunes et la contraction des séries bédouliennes ne permettent pas de travailler avec la même finesse. La limite se révèle fixée avec rigueur par l'extinction de formes de l'Aptien inférieur telles que Procheloniceras albrechti-austriacae, Parahoplites consobrinus, etc..., et l'apparition très rapide des Ammonites pyriteuses de la base du Gargasien, comme Aconeceras nisum, Colombiceras crassicostatum, Salfeldiella guettardi, Macroscaphites striatisculatus, etc....

Au point de vue lithologique la transition entre les deux sous-étages se montre très ménagée dans les stratotypes, où la sédimentation paraît (du moins à La Bédoule) avoir été continue. En revanche, dans la fosse vocontienne, il se produit un rapide changement dans la nature de la sédimentation, les marnes franches surmontant brusquement la série calcaire; cette brutalité dans la succession est peut-être artificiellement accentuée par des lacunes dans les dépôts. Il est établi que la coupure lithologique ne correspond pas tout-à-fait avec la limite paléontologique, qui se situe un peu plus haut.

. Aussi bien dans les régions vocontiennes que dans les stratotypes, j'ai observé la coïncidence de l'apparition franche et massive de Schackoina cabri avec la limite fondée sur la répartition des macrofaunes. Lorsque la dilatation des séries et la richesse continue en Ammonites permettent des observations très précises (La Bédoule), on s'aperçoit même que les premiers représentants de cette espèce surgissent, avec une fréquence encore très faible toutefois, dans les tout derniers niveaux du Bédoulien. Néanmoins l'utilisation de S. cabri comme forme-repère de la base du Gargasien constitue une approximation plus qu'acceptable, surtout en secteur vocontien où il serait vraiment illusoire de rechercher une précision supérieure.

En dehors de cet ensemble de données considérées comme acquises, un point important n'a pu être convenablement élucidé.

Je ne puis en effet apporter de contribution vraiment déterminante en ce qui concerne le problème de la limite du Barrémien et de l'Aptien. Les travaux de R. BUSNARDO dans la région d'Angles et mes propres recherches conduiraient théoriquement à ne pas la faire coïncider avec le toit de la vire à Heteroceras; mais il est difficile de préciser sa position exacte à l'aide d'une forme-guide vraiment valable (1), ce qui amoindrit considérablement la portée pratique de nos constatations. On saisit alors mieux pourquoi PAQUIER avait dû se résoudre au choix d'un repère morphologique pour séparer les deux étages dans le Diois et les Baronnies.

(1) Etant donné l'absence en ces niveaux de forme-repère indiscutable, et du fait que des faunes à cachet aptien (Deshayesitidae) sont connues, en d'autres régions, nettement au-dessous de la faune de La Bédoule (cf. paragraphe historique du présent chapitre), il semble que l'on puisse raisonnablement suivre l'opinion de R. BUSNARDO (1963) et de G. THOMEL (1964), qui ont choisi le moment où apparaît Puzosia matheroni pour fixer conventionnellement, en secteur vocontien, la limite entre le Barrémien et l'Aptien.

L'étude des microfaunes ne laisse pas l'espoir de résoudre élégamment cette difficulté. A La Bédoule, le faciès urgonien présenté par ces niveaux litigieux réduit à néant toute possibilité d'analyse de formes pélagiques. Dans les régions voncontiennes, où le faciès paraît plus favorable, on ne recueille guère de données décisives. On ne peut en effet raisonnablement subordonner une coupure aussi importante qu'une limite d'étage à l'extinction plus ou moins floue d'une Lenticuline (L. eichenbergi) existant depuis le Valanginien supérieur. D'autre part l'apparition d'Hedbergella sp. aff. planispira, forme d'ailleurs rare, n'a pu être étalonnée avec la rigueur souhaitable à cause de la pauvreté en macrofaunes et de la possibilité de lacunes de sédimentations variables et difficilement décelables.

En fonction de l'ensemble de données partiellement positives qu'il a malgré tout été possible de recueillir en fosse voncontienne, je propose pour la série barrémo-bédoulienne le schéma de zonation suivant (voir également fig. 15) :

subdivisions		Ammonites caractéristiques		Foraminifères caractéristiques	
Barrémien inférieur	zone inférieure	Emericiceras emeric	néant	Hedbergella sigali et Gavelinella sigmoicosta	<u>Hedbergella sigali</u> et <u>Gavelinella sigmoicosta</u> sans Clavihedbergelles
	zone supérieure		<u>Moutoniceras moutoni</u> ?		<u>Clavihedbergella sp. aff. simplex</u>
Barrémien supérieur		Silesites seranonis		Lenticulina eichenbergi et Gavelinella barremiana	
			<u>Heteroceras sp. pl.</u>		<u>Lenticulina eichenbergi</u> et <u>Globorotalites aptiensis</u>
Bédoulien s. l.		Puzosia matheroni	néant	Hedbergella sigali sans Lenticulina eichengergi	néant
	Bédoulien s. stricto		<u>Ancyloceras matheroni</u> , <u>Deshayesites deshaysi</u> , <u>Procheloniceras albrechti-austriacae</u>		<u>Hedbergella sigali</u> et <u>Hedbergella sp., aff. planispira</u>

